

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra mechanické technologie**

**Návrh racionalizace výrobního procesu v podniku**

**The Rationalization Suggestion of the Production Process in a  
Company**

Student:

Bc. Jaroslav Miklenda

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2013

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Miklenda**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 10 Technologický management  
Téma: **Návrh racionalizace výrobního procesu v podniku**  
**The Rationalization Suggestion of the Production Process in a Company**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z různých hledisek - sortiment, technologie výroby, prostorové uspořádání pracovišť, organizační uspořádání, celkový systém řízení, využití kapacit, ekonomické informace atd.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků na výrobní proces, identifikace problémů.
4. Vlastní návrhy racionalizace výrobního procesu.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.

BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1

ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení. Cvičení II*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. 86 s. ISBN 80-248-0962-1

PLURA, J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



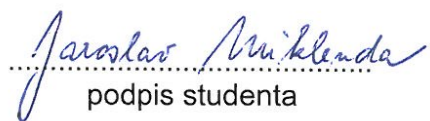
  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....20.5.2013.....

  
.....  
podpis studenta

## Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....20.5.2013.....

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jaroslav Miklenda

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Jana Maluchy 196 / 37  
700 30 Ostrava

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

MIKLEND, J. *Návrh racionalizace výrobního procesu v podniku: diplomová práce.* Ostrava: VŠB - technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 71 s. Vedoucí práce: Ivana Šajdlerová.

Diplomová práce se zabývá analýzou výrobního procesu firmy zaměřené na velkosériovou výrobu pro automobilový průmysl. V teoretické části jsou popsány základní typy chronometráže, montážních operací a montážních linek. Dále se práce orientuje na srovnání produktu vyráběného s produktem novým a orientuje se na problémová místa. Jsou implementovány prvky ergonomie se zaměřením na jednoduchost montáže, sjednocení pracovních kroků, kontrolu dílů a archivaci výsledků. V praktické části práce jsou představeny dva návrhy výrobních linek. První návrh je zvolen s ohledem na nízké pořizovací náklady. Druhý návrh obsahuje automatizované prvky s ohledem na nízkou úroveň lidské práce. V závěru práce jsou obě varianty porovnány z ekonomického hlediska.

## ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

MIKLEND, J. *The Rationalization Suggestion of the Production Process in a Company: Diploma Thesis.* Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical technology, 2013, 71 p. Thesis head: Ivana Šajdlerová.

Diploma thesis deals with analysis on production process of company focused on large series production for automotive industry. In theoretic part are described common types of chronometry, assembly operations and assembly lines. Then the thesis is oriented on comparing today's production part with new one and with focus on problematic process parts. There are implemented elements of ergonomics focused on easy ability of assembly, merging of process steps, checking the parts and archiving of results. In practical part are presented two proposals of production line. First focused on minimal money investment, second one focused on minimal hand work job. In final part are both variants compared from economy perspective.



# Obsah

strana

<b>Seznam použitých značek a symbolů.....</b>	<b>9</b>
<b>0 ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>	<b>13</b>
1.1 Norma spotřeby práce .....	13
1.2 Rozborové metody stanovení výkonových norem.....	15
1.3 Provedení chronometráže.....	16
1.4 Montážní práce.....	18
1.5 Montážní linka .....	19
1.6 Rentabilita.....	21
<b>2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>25</b>
2.1 Výrobek .....	25
2.2 Současný stav .....	27
2.3 Výrobní linka.....	29
2.4 Výkonové normy.....	31
<b>3 SPECIFIKACE POŽADAVKU NA VÝROBNÍ PROCES .....</b>	<b>45</b>
3.1 Zhodnocení problémových míst.....	45
3.2 Identifikace problému.....	45
<b>4 VLASTNÍ NÁVRHY RACIONALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>47</b>
4.1 Návrh č. 1 - Poloautomatická linka.....	48
4.2 Návrh č. 2 - Automatická linka .....	50
4.3 Ekonomické zhodnocení návrhů.....	52
4.4 Zisk z krycího příspěvku .....	56
4.5 Časová osa čerpání financí .....	60
4.6 Rekapitulace výsledků .....	61
<b>5 ZÁVĚREČNÉ ZHDNOCENÍ PŘÍNOSU PRÁCE .....</b>	<b>63</b>
<b>6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>65</b>
<b>7 Seznam obrázků .....</b>	<b>65</b>
<b>8 Seznam tabulek .....</b>	<b>67</b>





## Seznam použitých značek a symbolů

Označení	Jednotka	Význam
EoL		End of Line Tester - zkušební zařízení umístěné na konci výrobní linky k závěrečné kontrole
EPP		Expandovaný poly-propylen
Kč		koruna česká
LCD		Liquid crystal display
Obr.		obrázek
PM		pracovní místo
PVC		Poly-vinil-chlorid
SW		Software
Tab.		tabulka
a.s.		akciová společnost
č.		číslo
tj.		to je
ppm		kusů z milionu (parts per million)
tzv.		tak zvaně
T	min	Celkový čas směny
T <sub>S</sub>	min	Strojní čas
T <sub>Z</sub>	min	Ztrátový čas
N <sub>P</sub>	ks	Potencionální rezerva normy
k <sub>C</sub>	min	Koeficient směnových časů
nč <sub>C</sub>	-	Norma času na clonu
nč <sub>V</sub>	-	Norma času na EPP vložku
nm <sub>C</sub>	-	Norma množství na clonu
nmč	min	Nespecifikovaná manipulační činnost
nm <sub>V</sub>	-	Norma množství na EPP vložku
t <sub>1</sub>	min	Čas práce
t <sub>2</sub>	min	Čas obecně nutných přestávek
t <sub>3</sub>	min	Čas podmíněčně nutných přestávek
t <sub>A1</sub>	min	Jednotkový čas práce
t <sub>A11</sub> , t <sub>B11</sub>	min	Práce prováděná za klidu strojního zařízení
t <sub>A12</sub> , t <sub>B12</sub>	min	Práce prováděná za chodu strojního zařízení
t <sub>A2</sub>	min	Čas obecně nutných přestávek na cyklus (nařízený oddech)
t <sub>B1</sub>	min	Dávkový čas práce
t <sub>C0</sub>	min	Celkový čas cyklu
t <sub>C1</sub>	min	Směnový čas práce
t <sub>C2</sub>	min	Čas obecně nutných přestávek na směnu (přirozené potřeby)
t <sub>P1</sub>	min	Vyřízení pracovníka v rámci cyklu
t <sub>S</sub>	min	Čas práce stroje



## 0 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá aplikací racionalizace. Ta se týká firem ať už výrobního či nevýrobního zaměření a dochází k ní zpravidla z důvodu tlaku na rozšiřování portfolia, zkvalitňování služeb kvůli všudypřítomné konkurenci, následného růstu tržeb a touze po zvyšování zisků.

Racionalizace je často opomíjená ne proto, že by si firmy nebyly vědomy jejího přínosu, ale jednoduše proto, že na ni buď nemají čas, zkušené lidi anebo není prostor pro vkládání investic, které si změny ve výrobním procesu vyžadují.

Smyslem optimalizace a racionalizace je spojit veškeré lidské, materiálové a technologické zdroje a nepřetržitě zdokonalovat výrobní systém, ve kterém spolu navzájem interagují. Základem je vyloučení ztrát a využití rezerv, které jsou v systému skryty. Tyto ztráty mohou být v materiálovém hospodaření, pohybu a manipulaci s materiálem, v obsluze a udržování strojů, servisech a opravách a ve všem, co přímo působí na proces. [1]

Nejvýhodnější období pro zavádění racionalizace je v předvýrobní fázi, kdy změny probíhají na papíře a jsou nákladově nejnižší. Tato situace vyvstala ve firmě GUMOTEX Břeclav a.s., kde se plánuje rozšíření stávající výroby.

Firma získala zakázku pro významného partnera na výrobu slunečních clon do vozidel BMW Mini Cooper s životností projektu do roku 2025. Bylo rozhodnuto, že se vybuduje zcela nová výrobní linka v nových prostorách.

Cílem diplomové práce je nalézt problémová místa ve výrobním procesu sériové výroby a s ohledem na ekonomické aspekty navrhnout linku pro nový produkt s rychlejším taktem při zachování stávající kvality.



# 1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Racionalizace se dělí do dvou základních skupin podle doby, kdy má být na proces aplikována a to jako preventivní nebo korektivní racionalizace. Preventivní racionalizace je zaměřena na předprojektovou fázi, kdy proces je popsán pouze v připravené dokumentaci a úkolem je zkontrolovat, zda je řešena komplexně s přihlédnutím na počet a rozmístění pracovišť. V korektivní racionalizaci se jedná o zhodnocení již zavedeného systému a hledání slabých míst. Změny v tomto případě jsou zpravidla finančně náročnější než u preventivní. [1]

Racionalizace musí být vždy ohodnocena ekonomickou kalkulací, jejímž výstupem je rentabilita, hospodárnost a návratnost investice. Pouze tak je možné rozhodnout, kdy se jedná o racionalizaci nebo už o plýtvání.

## 1.1 Norma spotřeby práce

Normy spotřeby práce jsou v zásadě předpisy, které vyjadřují a určují předpokládanou nezbytnou spotřebu živé práce vynakládanou ve výrobě na určitý pracovní úkol (činnost). V předmětné práci se jedná především o stanovení objektivních hodnot jednotkových časů ( $t_{A1}$ ) a dávkových časů ( $t_{B1}$ ). [1]

### Terminologie:

Když se množství práce vyjadřuje množstvím pracovního času, označuje se jako **výkonová norma**. Udává-li výkonová norma množství potřebného času na provedení pracovního úkolu nebo na zpracování jednotky produkce jde o **normu času**. Jestliže výkonová norma udává výkon, vyjádřený množstvím jednotek zpracovávaných za jednotku času, jde o **normu množství**. Norma množství je jen obráceným vyjádřením normy času. Norma času je zpravidla výchozí norma a norma množství se od ní odvozuje.

Množství práce vyjádřené počtem pracovníků se označuje jako **norma obsazení**. Udává-li norma obsazení jaký počet výrobních strojů nebo zařízení má obsluhovat jeden pracovník, případně kolik pracovníků je současně třeba na obsluhu výrobního zařízení, jde o **normu obsluhy**.

Nutnou spotřebu času pracovníka pro vykonávání dílčích pracovních dějů normované práce (operace) označujeme jako normativ času. Normativ je naplňován přesně vymezenými a technickoorganizačními podmínkami a slouží k výpočtu normy času. V rámci zvoleného způsobu řešení objektivizace považujeme kromě jednotkového ( $t_{A1}$ ) a dávkového ( $t_{B1}$ ) času práce i analyzovaný podíl nenormovatelného času ( $T_z$ ). [1]

Kromě výše uvedeného byly vyjádřením objektivizovaných normových výkonů sledovány a vyhodnoceny další podpůrné normotvorné a kapacitní údaje:

- **Jednotkové a dávkové časy** jsou v metodice normování jednoznačně definované jako úhrny všech časů práce za chodu nebo klidu strojního zařízení v normě času. V našem případě jsme si je rozdělili na činnosti jednotlivých pracovníků prováděné za klidu strojního zařízení ( $t_{A11}$  a  $t_{B11}$ ) nebo chodu strojního zařízení ( $t_{A12}$  a  $t_{B12}$ ).
- **Cyklus operace ( $t_{C0}$ )** definuje potřebný čas k zabezpečení příslušné pracnosti. Údaj umožňuje vyhodnotit kapacitní možnosti zařízení při zvolené normě obsluhy a je základním údajem pro stanovení normy množství.
- **Vytíženost pracovníka v rámci cyklu ( $t_{P1}$ )** vyjadřuje poměr spotřeby jednotkového a dávkového času práce k výrobnímu cyklu stroje vyjádřený v procentech. Lze s ním tedy zároveň definovat současnou vytíženost jednotlivých pracovišť sledovaného úseku výroby.
- **Čas obecně nutných přestávek na cyklus ( $t_{A2}$ )** vzniká, když obsluhovaný stroj je v chodu, obsluha vykonala všechny nutné úkony za chodu stroje (vkládání, odebírání apod.) a čeká na další možnost obsluhy. Z důvodu jednoznačného pohledu na jeho úroveň je teoreticky uváděn v hodnotách času (min) vztažených na cyklus.
- **Čas obecně nutných přestávek na směnu ( $t_{C2}$ )** představuje v návaznosti na  $t_{P1}$  úroveň podmíněčně nutných přestávek za chodu stroje. Z důvodu jednoznačného pohledu na jeho úroveň je teoreticky uváděn v hodnotách času (min) vztažených na celou směnu. Předkládané vyhodnocení umožňuje se zamyslet nad možností vhodnější organizace práce. [1]

## 1.2 Rozborové metody stanovení výkonových norem

**Rozborové (nebo také analytické) metody** stanovení normy času jsou takové metody, při nichž se nejprve provede rozbor normované práce (operace) na jednotlivé dílčí úseky, stanoví se čas těchto složek, čas obecně nutných i podmíněčně nutných přestávek a z těchto časů se vypočítá norma času na jednotku pracovního úkolu. [1]

Rozborové metody se dále dělí na podkategorie.

### **Výpočtová**

Výpočtová metoda spočívá v rozboru operace na jednotlivé úseky nebo úkony a výpočtu normy obvykle podle předem připravených normativů. Výhodou metody je, že pokud mám normativy úkonů zvoleny správně, můžu velmi rychle a přesně určit celkovou normu času. Metodu rozborově výpočtovou lze aplikovat ve všech druzích výroby, avšak za předpokladu, že jsou pro její dílčí úkony vypracovány normativy.

### **Chronometrážní**

Metoda je podobná rozborově výpočtové, ale je k ní přidána i chronometráž (snímkování operace). Výhodou této metody je, že chronometráž umožňuje důkladněji zkoumat normovanou operaci, než dovolují normativy a může korigovat jejich hodnoty.

### **Porovnávací**

Porovnávací metody se využívá pro rychlejší stanovení časových norem u konstrukčně a technologicky podobných výrobků. Porovnáváme zde jeden nebo několik výrobků jiných velikostí, pro něž byla již dříve norma stanovena. Dovoluje nám i operace spojovat v normativní celky, které odpovídají povaze pracovního postupu pro výrobek daného tvaru. Proto se jim také říká typové normy. [1]

### 1.3 Provedení chronometráže

Chronometráž bude provedena tak, že se nejdříve zapíšou časy, které provádí stroj rozdělené do jednotlivých kroků operace (viz Tabulka 1). Časy jednotlivých kroků se sečtou k získání celkové doby Strojního času.

$$T_S = T_{S1} + T_{S2} + T_{S3} + T_{Sn} \quad (1)$$

Tab. 1 Čas práce na operaci prováděné strojem

Strojní čas ( $T_S$ )	čas [min]
pracovní krok 1	$T_{S1}$
pracovní krok 2	$T_{S2}$
pracovní krok 3	$T_{S3}$
<b>CELKEM</b>	$T_S$

Dále se vypíšou všechny operace, které provádí obsluha s rozdělením, zda operace probíhá za chodu nebo za klidu stroje a zda se jedná o čas jednotkový nebo dávkový (viz tabulka 2). Směnové časy se ve sledovaném provozu nevyskytovaly. Dávkové časy se podělí četností daného kroku. Jednotlivé časy ve sloupcích se poté sečtou dle vzorce

$$t_{A1x} = \sum t_{A1} + \sum t_{B1} / n. \quad (2)$$

Tab. 2 Čas práce na operaci prováděné obsluhou

Ruční operace	čas [min]	četnost	za klidu stroje $t_{A11}$ [min]	za chodu stroje $t_{A12}$ [min]
pracovní krok jednotkový 1 za klidu	$t_{A1}$	1	$t_{A1}$	
pracovní krok jednotkový 2 za chodu	$t_{A1}$	1		$t_{A1}$
pracovní krok jednotkový 3 za chodu	$t_{A1}$	1		$t_{A1}$
pracovní krok dávkový 1 za klidu	$t_{B1}$	$n$	$t_{B1} / n$	
pracovní krok dávkový 2 za klidu	$t_{B1}$	$n$	$t_{B1} / n$	
pracovní krok dávkový 3 za chodu	$t_{B1}$	$n$		$t_{B1} / n$
<b>CELKEM (<math>t_{A11}</math> a <math>t_{A12}</math>)</b>			<b><math>t_{A11}</math></b>	<b><math>t_{A12}</math></b>



### **Výpočet času cyklu**

Jakmile je změřen strojní čas a čas jednotlivých ručních pracovních kroků, je nutné tyto časy vhodným způsobem sečíst pro získání celkového času cyklu. Z důvodu nepřesnosti v odhadu poměrového času pracovních úkonů za klidu a chodu stroje je nutno vybrat vyšší z hodnot  $T_S$  a  $t_{A12}$  a tu přičíst k hodnotě  $t_{A11}$ . Například kdyby čas práce za chodu stroje byl delší než strojní čas, znamenalo by to, že

$$T_S < t_{A12} \quad (3)$$

a tak celkový čas cyklu je

$$t_{C0} = t_{A12} + t_{A11}. \quad (4)$$

### **Stanovení normy množství za směnu**

V případě stanovení normy množství podělíme čistý čas práce, což je čas směny zkrácený o obecně a podmíněčně nutné přestávky a čas cyklu, tzn.

$$nm_C = \frac{T_1}{t_{C0}}. \quad (5)$$

### **Výpočet vytíženosti pracovníka v rámci cyklu stroje**

Vytíženost pracovníka v rámci cyklu stroje nám říká, kolik času pracovník skutečně provádí úkony, než stroj dokončí svou práci. Tato informace nám může pomoci v rozlišení, zda čas cyklu závisí na stroji nebo obsluze. Pokud se hodnota blíží 100%, znamená to, že čas cyklu závisí na rychlosti obsluhy. V opačném případě se u pracovníka dá považovat rozdíl za „volnou kapacitu“.

Výpočet provedeme jako podíl celkového času činnosti pracovníka a celkového času cyklu, tzn.

$$t_{P1} = \frac{t_{A11} + t_{A12}}{t_{C0}}. \quad (6)$$

## **Potenciál pro zvýšení množství výroby**

Porovnáním vypočítané a skutečné hodnoty množství vyrobených kusů za směnu lze dopočítat potenciál pracovníka pro zvýšení normy dle vzorce

$$N_P = \left( \frac{N_m}{\text{stávající podniková norma}} - 1 \right) \times 100\% \quad (7)$$

### **1.4 Montážní práce**

Výrobní proces, obzvláště ve velkosériových výroбах, je zakončen montážními pracemi. Ty dotvářejí rozhodující předpoklady na spolehlivost a kvalitu výrobku. Charakteristickým znakem montážních prací je spojování dvou nebo i více součástí do skupin a celků a to zejména bez použití přídavných spojovacích součástí a materiálů. Kromě samotného spojování přísluší do montážního procesu i obslužné procesy jako transport, kontrola, měření, archivace a balení.

Montáž lze charakterizovat jako soubor činnosti lidí, zařízení a strojů, přičemž vykonáváním činností ve stanoveném pořadí a čase vzniká z podskupin a skupin závěrečný celek nebo hotový výrobek. [5]

Montážní operace je ukončená část montážního procesu. Je prováděna jedním nebo skupinou dělníků na jednom pracovišti. Náklady na montáž tvoří až 50 % nákladů. Poměr těchto nákladů na montáž je závislý na technicko - organizační úrovni, tzn. konstrukčním řešení, kvalitou pracovní síly a pracovním prostředím. [5]

## 1.5 Montážní linka

Montážní linka je souhrn pracovišť rozmístěných podle technologického postupu spojených mezioperační dopravou. Je určena k provádění stanovených operací při montáži podsestavy nebo celého výrobku. Montážní linky dělíme podle různých hledisek:

- využití mechanizace a zapojení člověka do práce
  - ruční linky,
  - poloautomatizované (mechanizované) linky,
  - automatizované linky;
- způsobu pohybu montovaného výrobku
  - stacionární linky,
  - linky s pohybujícím se výrobkem
    - soustavně nebo
    - po ukončení operace;
- způsobu provádění montážních prací
  - přímo na dopravníku,
  - mimo dopravník;
- způsobu prostorového uspořádání
  - jednoduché linky,
  - rozvětvené linky;
- stupně synchronizace
  - synchronizované linky (nepřetržité),
  - nesynchronizované linky (přerušované);
- počtu montovaných dílů na lince
  - jednopředmětové linky (stálé),
  - víceřadové linky (střídavé),
- montážního taktu
  - linky s pevným (vázaným) montážním taktům,
  - linky s volným (nezávaným) montážním taktům. [5]

**Pracovní takt** operace je časový úsek na jednom pracovišti, po němž se opakuje jedna a tatáž pracovní operace.

**Výrobní takt linky** je časový interval mezi zpracováním a odvedením dvou po sobě jdoucích výrobků na výrobní lince.

**Balancování** neboli synchronizace výrobní linky znamená takové technické a organizační úpravy pracovních míst, kdy se délka trvání jednotlivých pracovních operací blíží výrobnímu taktu linky. [6]

Takt výrobní linky lze, po započítání technologických a organizačních vlivů a zmetkovitosti, spočítat podle vzorce

$$T_{vú} = \frac{F_E - (t_{zt} + t_{zorg})}{Q \left(1 + \frac{z}{100}\right)}, \quad (8) [5]$$

kde  $T_{vú}$  je takt výrobního úseku (linky) v časových jednotkách,

$F_E$  je efektivní časový fond výrobního úseku,

$t_{zt}$  jsou časové ztráty linky z technologických příčin,

$t_{zorg}$  jsou časové ztráty linky z organizačních příčin,

$Q$  je počet součástí, které mají být na daném výrobním úseku zpracovány,

$z$  je zmetkovitost. [6]

Pro plánovaný záměr využití linky budeme navrhovat linku poloautomatizovanou a automatizovanou. Vzhledem k přesnosti montáže bude výrobek stacionární, pevně uložený v základací matici.

Prostorově jednoduchá linka bude synchronizovaná s pevným montážním taktem a montážní práce bude probíhat přímo na lince z důvodu redukce časové náročnosti na operace. Bude se na ní vyrábět vždy jeden typ sluneční clony, avšak do různých modelů aut. Tyto díly se liší ve vybavení a velikosti. Tedy všechny zařízení, ač budou jednoúčelové stroje, musí být zároveň jednoduše přestavitelné pro pozměněné výrobky.

## 1.6 Rentabilita

Rentabilita neboli výnosnost vloženého kapitálu je měřítkem schopnosti podniku vytvářet nové zdroje. Rentabilitu můžeme definovat jako poměr zisku a vloženého kapitálu. Vložený kapitál můžeme rozlišit na tři základní kategorie, a to na rentabilitu celkových aktiv – ROA, rentabilitu vlastního kapitálu – ROE a rentabilitu dlouhodobé investovaného kapitálu ROCE. Zjišťování vloženého kapitálu patří k nejdůležitějším charakteristikám podnikatelské činnosti. Je součástí mnoha rozhodovacích procesů, při kterých je důležité brát v úvahu, jakého ekonomického přínosu by se dosáhlo, protože každé investiční rozhodnutí nese jisté riziko. [3]

### 1.6.1 Rentabilita aktiv – ROA (Return on Assets)

Rentabilita aktiv bývá považována za klíčové měřítko rentability. Vypočteme ji jako poměr EBITu a aktiv v podniku.

$$ROA = \frac{EBIT}{AKTIVA} = \frac{EAT + \text{úroky} (1-t)}{AKTIVA} \quad (9) [3]$$

Kde EBIT je zisk před zdaněním a odečtením úroků,  
EAT je čistý zisk a  
t je sazba daně z příjmů.

Tento ukazatel měří hrubou produkční sílu a vyjadřuje efekt z dlouhodobých investic. Měří efektivnost vloženého kapitálu bez ohledu na to, odkud kapitál pochází. Mohou to tedy být vlastní, cizí zdroje, krátkodobé nebo i dlouhodobé.

### 1.6.2 Rentabilita dlouhodobých zdrojů – ROCE

Ukazatel vyjadřuje efekt z dlouhodobých investic. Vypočte se jako

$$ROCE = \frac{EBIT}{VK + \text{dlouhodobé dluhy}} \quad (10) [3]$$

Tímto ukazatelem se hodnotí význam dlouhodobého investování na základě určení výkonnosti vlastního kapitálu spojeného s dlouhodobými zdroji, tj. zvýšení potenciálu

vlastníka využitím dlouhodobého cizího kapitálu. Tento ukazatel se dá použít ke srovnání podniků a zejména pro srovnání monopolních veřejně prospěšných společností. [3]

### 1.6.3 Rentabilita vlastního kapitálu – ROE (Return on Common Equity)

Měřením rentability vlastního kapitálu vyjadřujeme výnosnost vloženého kapitálu do podnikání akcionáři a vlastníky podniku.

$$ROE = \frac{\text{čistý zisk}}{VK} \quad (11) [3]$$

Kde VK je vlastní kapitál.

Rentabilita vlastního kapitálu by měla být vyšší než alternativní výnos stejně rizikové investice. Vzhledem k tomu, že investor nese poměrně vysoké riziko, je tento požadavek oprávněný. Riziko může být spojeno například se špatným hospodařením podniku nebo také s bankrotem společnosti. S pomocí tohoto ukazatele mohou investoři zjistit, jestli je jejich kapitál reprodukován s intenzitou, která odpovídá riziku jejich investice. [3]

### 1.6.4 Rentabilita tržeb – ROS (Return on Sales)

Ukazatel srovnává zisk, který se vztahuje k tržbám. Je velice vhodný pro srovnání v čase a mezipodniková srovnání. Představuje poměr zisku a tržeb, kdy v čitateli je čistý zisk, avšak někdy je vhodné, zejména při cenové kalkulaci, použít zisk před zdaněním. A to v případě, kdy přichází v úvahu zisková přírážka zahrnující zdroje pro úhradu daně z příjmů právnických osob.

$$ROS = \frac{\text{čistý zisk}}{TRŽBY} \quad (12) [3]$$

V případě srovnání různých podniků navzájem se vyloučí z čitatele vlivy, které by mohly zkreslit vlivy rozdílné skladby kapitálu. A to například úroky nebo taky zisk. V tomto případě se k výpočtu používá provozní zisk – EBIT.

Nízká úroveň tohoto ukazatele dokumentuje špatné řízení firmy. Naopak vysoká úroveň značí nadprůměrnou úroveň firmy. [3]

### 1.6.5 Rentabilita nákladů

Je to často využívaný ukazatel, který nám udává, kolik korun čistého zisku připadne na 1 Kč celkových nákladů.

$$\text{Rentabilita nákladů} = \frac{EAT}{\text{Celkové náklady}} \quad (13) [3]$$

Trend tohoto ukazatele by měl být rostoucí. Čím vyšší ukazatel rentability nákladů nám vyjde, tím lépe, protože jsou lépe zhodnoceny vložené prostředky a tím většího zisku dosáhneme. Je dobré sledovat vývoj tohoto ukazatele a srovnávat ho s minulými roky. Rovněž je vhodné srovnání s podniky ze stejného odvětví. [4]

Rentabilita nákladů je zvolena jako vhodná pro náš účel, jelikož se jedná o vypočítání zisku z vložené investice. Vystihuje lépe rentabilitu jednotlivých projektů než kalkulace úplných vlastních nákladů, která ji může zkreslit nevhodným rozvržením režie, což může vést k chybným rozhodnutím. [2]

Rentabilita bude posuzována pomocí krycího příspěvku (také příspěvek na režii, hrubá marže), kterým bude nahrazeno EAT.

Z politiky firmy se nastavuje krycí příspěvek na hodnotu 20% z přímých nákladů na výrobek.





## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Návrh nové výrobní linky probíhá ve firmě GUMOTEX Břeclav, a.s. Firma se zabývá výrobou příslušenství do interiérů osobních a nákladních automobilů. Vyrábí díly z expandovaného polypropylenu (sluneční clony, boxy na nářadí, nárazníky, tlumící prvky - tzv. absorbery), integrální pěny (hlavice řadicích pák) a studené pěny (sedadla, hlavové opěry, loketní opěrky). Mimo automobilové odvětví pak převládá výroba člunů, raftů, matrací, postelových roštů a záchranářských systémů (dekontaminační sprchy, záchranné ostrůvky, ochranné obleky, nafukovací autosedačky).

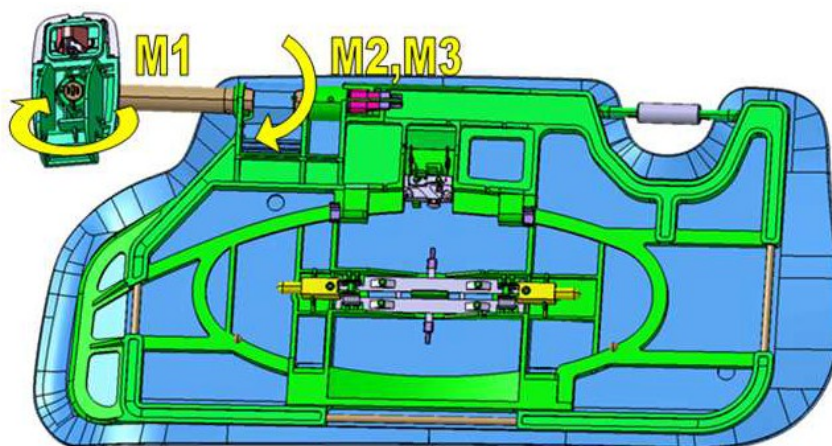
### 2.1 Výrobek

Díl, na který bude linka navržena, je sluneční clona do vozů MINI Cooper. Jedná se o soustavu tří slunečních stínítek - dvě vepředu a jedna vedle řidiče, pro ochranu před sluncem z boku.



Obr. 1 Nový model BMW Mini

Sluneční clony jsou oproti dřívějším produktům, u kterých se nosný rám svařoval k výztuze, nové v tom, že obsahují výklopnou krytku zrcátka a do vyřezaného otvoru se nosný zrcátkový modul (tzv. kazeta zrcátka) zasune a zacvakne.

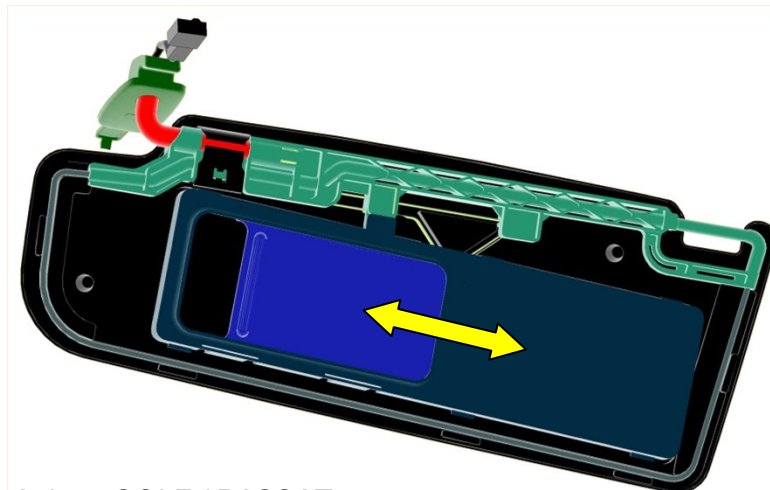


Obr. 2 Vnitřek sluneční clony s vyznačením funkčních sil

Před započítím návrhu nového řešení je nutné představit produkty a definovat rozdíly mezi současně vyráběným a novým.

### 2.1.1 Aktuální výroba - Sluneční clona s posuvnou krytkou

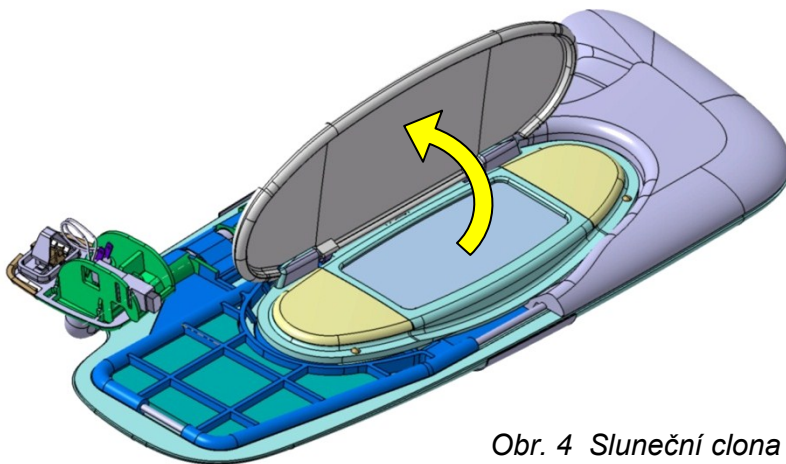
Specifické na cloně je, že rámeček s posuvnou krytkou zrcátka je s PVC fólií svařený. K vytvoření spoje se používá vysokofrekvenční svařovací stroj. Po přivaření rámečku a zkompletování clony se svaří obvod clony a tím získáme hotový produkt.



Obr. 3 Sluneční clona GOLF / PASSAT

### 2.1.2 Nová výroba - Sluneční clona s výklopnou krytkou

Na rozdíl od stávající clony má krytku zrcátka výklopnou, to znamená, že rám není svařen k fólii, ale clona je nejdříve zkompletována bez zrcátkového modulu, svařena po obvodě a pak teprve je zalisován rámeček i s krytkou do výztuhy. S touto změnou sledu operací získáme hotový produkt.



Obr. 4 Sluneční clona MINI Cooper

## 2.2 Současný stav

V současné době je výrobní linka koncipována jako liniová výroba, kdy jednotlivé operace na sebe bezprostředně navazují. Z důvodu rizika zastavení nebo zpoždění výroby při nenadálém výpadku jednoho pracovníka či zařízení byl nastaven mezioperační buffer na přibližně 15 minut před-zásoby. To znamená, že pokud pracovník musí opustit své místo nebo strojní zařízení z důvodu nečekané chyby zastaví produkci, následující operace má zásobu na 15 minut nepřerušované práce. Pokud do spotřebování dílů nezačne předchozí operace doplňovat díly, dojde k přerušení výroby a vzniku prostojů.

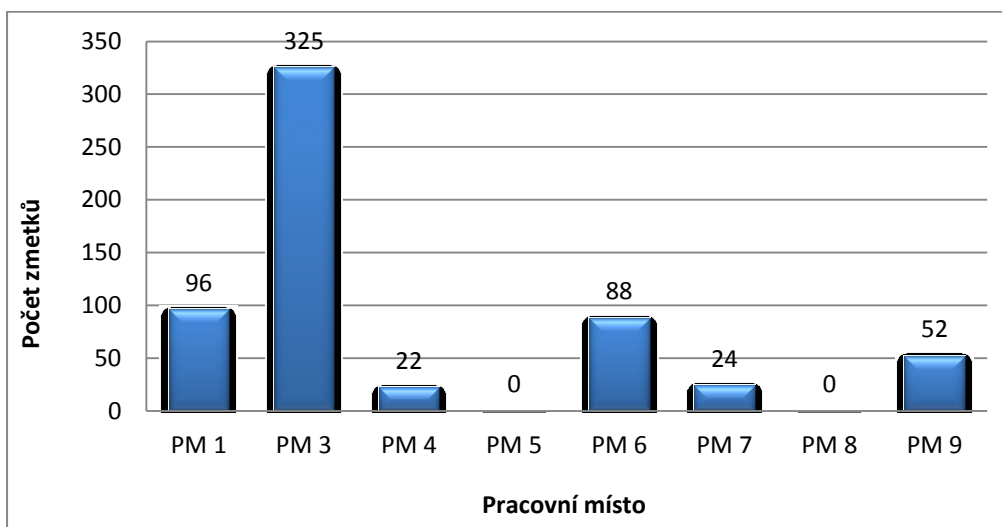
Mezi přednosti liniově uspořádané výroby můžeme zařadit její přehlednost v toku materiálu, kde máme rozdělenou výrobu zrcadlově souměrných dílů na pravou a levou a preventivně tím zabráníme záměně montovaných dílů do sestav. Pouze na pracovních operacích 5, 6 a 9 se nám linie protínají z důvodu využití shodného zařízení pro obě vyráběné strany, ale výstup z operace, resp. vstup na operaci následující je kontrolován elektronickým senzorem, čímž je detekována případná chyba lidského faktoru.

Úskalí najdeme v toku informací. Přestože všechny pracovní místa mají dle instrukcí kontrolovat kvalitu provedené práce se stoprocentní četností, velké množství vad se dá vysledovat až na posledním - kontrolním - stanovišti. Pokud pracovnice výstupní kontroly nalezne opakovaně shodnou vadu, je povinna o tom informovat pracovníci, která vadu způsobila. To znamená, že musí opustit svůj pracovní prostor a za chybující pracovnící přijít a vše ji vysvětlit. To je zdlouhavé a v neposlední řadě pak musí kontrolní pracovnice dohnat „zameškanou“ práci. Kvůli těmto časovým prodlevám někdy s upozorněním váhá, což může vyústit v situaci, kdy nic netušící pracovnice dál vyrábí zmetky.

V následující tabulce jsou sepsány a seřazeny dle četností vady odhalené na kontrolním místě PM 10 v období od 1. 9. 2012 do 1. 10. 2012 a jejich alokací k místu, kde vada vznikla. U operací, kde není možné původce vady jednoznačně určit, je uvedena pomlčka.

Tab. 3 Rozdělení zmetků nalezených na kontrolním místě PM 10

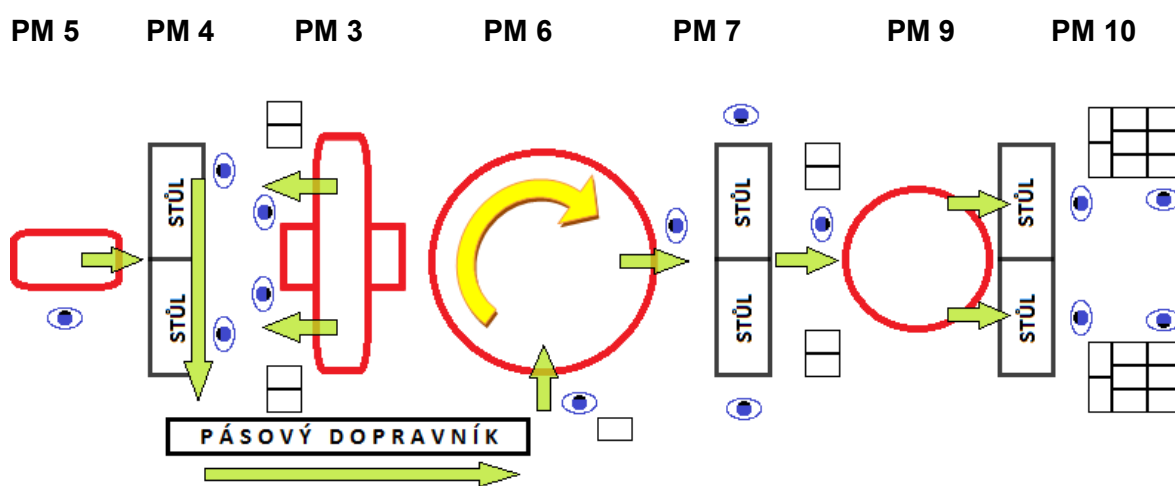
Popis vady	Množství	Vznik vady
Nečistota pod fólií - strana se zrcátkem	228	PM 3
Kaz na fólii	94	PM 1
Znečištění	71	-
Funkční vada - posuv krytky	48	PM 3
Otlaky - EPP vložka	44	-
Pohledová vada - krytka	37	PM 3
Vada čepu	33	-
Nevyhovující obstřih	32	PM 9
Pohledová vada - zrcadloovina	32	-
Prasklá zrcadloovina	25	PM 6
Nevyhovující ořez	24	PM 7
Nevhodné umístění pásku	23	PM 6
Nevyhovující svár obvodu	20	PM 6
Nevhodně naražený čep	20	PM 9
Nečistota pod fólií - zadní strana	20	PM 6
Funkční vada - hluk	14	-
Záměna výztuhy L/P	13	PM 4
Nevyhovující svár rámečku	12	PM 3
Zvlněná fólie	4	-
Funkční vada osvětlení - nesvítící	4	PM 4
Funkční vada osvětlení - problikávání	3	PM 4
Nevhodné umístění airbag štítku	2	PM 1
Prostupující rámeček	2	PM 4
Nevyhovující aretace	1	-
Vystupující vrchlík na EPP	1	-
Pohledová vada airbag štítku	1	-



Obr. 5 Přřazení vad odhalených na PM 10 k místům jejich vzniku





## 2.3 Výrobní linka

Výrobní proces spočívá v jednoduchých montážních krocích na sebe navazujících, které jsou na několika stanovištích opatřeny pracovním přípravkem. Při návrhu nynější výrobní linky jsme se zaměřili na zjednodušení práce ve výrobních krocích, kde byla vyžadována zručnost a pozornost pracovníka. Těmito místy jsou pracovní operace PM 5 - Kompletace výztuhy a pracovní operace PM 9 - Montáž čepu, kontrola parametrů a potisk (viz Obrázek 6).



Obr. 6 Schematické zobrazení nynější liniově uspořádané výrobní linky

### LEGENDA:

-  balící jednotka
-  strojní zařízení
-  obsluha
-  tok materiálu

Tab. 4 Skutečný takt současné linky

Označení místa	Název operace	Počet pracovníků	Takt linky (s)
PM 3	Svařování rámečku	2	18
PM 4	Kompletace rámečku	2	
PM 5	Kompletace výztuhy	1	
PM 6	Svařování obvodu	2	
PM 7	Dokončující práce	2	
PM 8	Obstřih	1	
PM 9	Kompletace čepu do clony		
PM 10	Vizuální kontrola a balení	4	
CELKEM		14	

Uvedená výroba sluneční clony obsahuje následující operace (viz Obrázek 6). Pro jejich splnění je nutno mít k dispozici 14 operátorů.

Tab. 5 Pracovní postup současné výroby clony

PM	Název operace	Úkol pracovníka
3	Svařování a kompletace rámečku	Operátor z balící jednotky vyjme rámeček, vloží ho do matrice svařovací elektrody a překryje výsekem PVC fólie. Stiskne tlačítko pro započetí cyklu svařování. Během doby svařování vloží do svařeného rámečku zrcátko, krytku zrcátka s pružinou a krytku žárovky a odloží na následující pracovní místo PM4.
4	Kompletace clony	Operátor do spodní EPP vložky vloží zkompletovanou výztuhu, překryje ji horní EPP vložkou. Do takto složeného konceptu otvorem v horní EPP vložce zalisuje zkompletovaný rámeček do výztuhy. Tím drží všechny díly pohromadě a lze je odeslat na následující pracovní operaci PM6.
5	Kompletace výztuhy	Operátor do výztuhy zalisuje propojovací kontakt žárovek a elektrické kontakty, vloží mikrospínač, žárovky a následně celý elektrický obvod propojí třemi drátky. Zkompletovanou výztuhu předá na následující pracovní místo PM4. Při kompletaci plně výbavy zde musí být z důvodu kapacity 2 pracovníci.
6	Svařování obvodu	Pracovník vloží zkompletovanou clonu do matrice svařovací elektrody a mezi určené kolíky vloží pásek na doklady. Poté spustí stisknutím tlačítka operaci svařování.
7	Dokončovací práce	Operátor vyjme ze svařovacího stroje svařenou clonu, odtrhne přebytečnou PVC fólii včetně otvoru pro vnitřní ložisko (váleček, který uživatel vycvakává, když chce clonu otočit k bočnímu oknu). Následně zkontroluje čistotu a pevnost sváru. Clonu odevzdá na následující operaci PM8.
8	Obstřížení clony	Operátor vystříhne otvor pro čep, začistí oblast vnitřního ložiska a clonu vloží společně s čepem do robota na PM9.
9	Montáž čepů a kontrola funkčních parametrů	Robot vyjme ze základacího lůžka čep a vsune jej do připravené vystřížené díry ve cloně. Po kompletaci s čepem otáčí a zaznamenává otočné momenty. Dále kontroluje sílu nutnou pro otevření a zavření krytky zrcátka a sílu, kterou vyvíjí pružina v konečné poloze krytky.
10	Elektrická kontrola, Vizuální kontrola, Balení	Operátor 1 zkontroluje vizuálně celou clonu, zaměřuje se na nečistoty na cloně, pod fólií a na zrcátku. Ručně vyzkouší, že všechny pohyblivé součásti jsou komfortní a clonu předá operátorce 2. Ta připojí sluneční clonu k testovacímu zařízení na funkčnost elektrické funkce. Zkouší dle pracovního předpisu funkčnost svícení v závislosti na úhlu natočení čepu a na úhlu otevření krytky zrcátka. Tato kontrola je nejdůležitější ze všech. Pro zákazníka je nepřijatelné ppm vyšší než 0.

## 2.4 Výkonové normy

Základní analytická šetření proběhla na příslušných pracovištích průběžně od 18. 11. 2011 do 8. 8. 2012. Délka analýzy byla zapříčiněna nefunkčností některých strojních zařízení. Výhodou je, že byly změřeny a následně vyhodnoceny operace prováděné manuálně pracovníky, což nám přineslo důležité informace pro stanovení krizového plánu výroby.

Ke stanovení údajů spotřeby živé práce byla použita především metoda záznamů dějů pomocí videotechniky. Z videozáznamů byly poté zpracovány a vyhodnoceny příslušné chronometráže, a také dílčí specifické snímky jednotlivých operací měřené stopkami.

Volba metod analytických šetření tedy závisela především na podmínkách, za nichž se zkoumaná pracovní činnost vykonávala. Technika a podrobnost zkoumání byly přizpůsobeny účelu, kterému mají sloužit, druhu výrobního procesu a organizace práce. Všechny tyto skutečnosti jsou v racionalizační studii zohledněny.

### 2.4.1 Vstupní podmínky

V případě směnových časů ( $t_{c1}$ ) jde o časy pracovních úkonů, jež se vztahují k zajištění správného a nepřerušného průběhu práce během směny. Jejich opakovatelnost a spotřeba závisí na počtu a délce odpracovaných směn, bez ohledu na to, jaké množství výrobních jednotek se během směny zpracuje.

Dle výsledovaných skutečností jsme si pro výpočty zvolili:

#### ➤ Časy směnové práce:

- |   |          |
|---|----------|
| • příprava pracoviště před začátkem směny     | 2 minuty |
| • služební rozhovor + technologické přestávky | 20 minut |
| • úklid pracoviště na konci směny             | 2 minuty |

#### ➤ Časy obecně nutných přestávek:

- |                            |         |
|----------------------------|---------|
| • čas na přirozené potřeby | 5 minut |
|----------------------------|---------|

Pro potřebu normotvorné činnosti jsou rozhodující souhrnné údaje času směnové práce ( $t_{c1}$ ) a obecně nutných přestávek ( $t_2$ ). Z těchto údajů a délky pracovní doby ( $T$ ) lze

odvodit směnovou úroveň času práce pro pracovníka ( $t_1$ ). Pro potřeby případných dalších úvah objektivní pracnosti je stanoven koeficient směnových časů příslušných pracovišť ( $k_C$ ), který jen dokresluje výše zmíněnou skutečnost. Navrhované úrovně směnové práce ( $t_{C1}$ ) časů pro sledované výrobní činnosti jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tab. 6 Stanovení koeficientu směnových časů

STANOVENÍ KOEFICIENTU PŘÍRÁŽKY SMĚNOVÉHO ČASU	SYMBOL	Výroba vložek	Výrobní linka	Poznámky
		min / směna	min / směna	
<b>Celkový čas směny</b>	<b>T</b>	<b>480</b>	<b>450</b>	<b>8 hod / 7,5 hod</b>
<b>Čas obecně nutných přestávek</b>	<b><math>t_2</math></b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>suma (<math>t_{C2}</math>)</b>
- zvýšený čas na oddech	$t_{C2}$	-	-	
- čas na přirozené potřeby	$t_{C2}$	-	5	
- přestávka na oběd	$t_{C2}$	-	-	legislativně se již nezahrnuje
<b>Čas podmíněčně nutných přestávek</b>	<b><math>t_3</math></b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>suma (<math>t_{C3}</math>)</b>
- příprava pracoviště před začátkem směny	$t_{C3}$	-	2	
- služební rozhovor	$t_{C3}$	-	5	
- technologické přestávky	$t_{C3}$	-	15	
- evidence výkonů	$t_{C3}$	-	-	
- úklid pracoviště na konci směny	$t_{C3}$	-	2	
<b>Souhrn podmíněčně a obecně nutných přestávek</b>		<b>0</b>	<b>29</b>	<b><math>t_2 + t_3</math></b>
<b>ČISTÝ ČAS PRÁCE</b>	<b><math>t_1</math></b>	<b>480</b>	<b>421</b>	<b><math>t_1 = T - (t_2 + t_3)</math></b>
<b>KOEFICIENT SMĚNOVÝCH ČASŮ</b>	<b><math>k_C</math></b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0689</b>	<b><math>k_C = t_1 / T</math></b>

#### ➤ Podíly nespecifikovaných manipulačních činností

Při provádění analýzy byly také vysledovány různé dílčí manipulační procesy, které sice souvisí s činnostmi na jednotlivých pracovištích, ale nemohly být zařazeny ke konkrétním výrobním operacím. Délka tohoto času se pohybovala na úrovni 1% z celkového času směny (T) a ta bude zohledněna ve výpočtech. U operací, kdy pracovník vykonává jen přidělenou výrobní činnost, nebyl příspěvek na manipulaci přidělen.



## 2.4.2 PM-15 Výroba EPP vložek

Tab. 7 Chronometráž na pracovišti PM-15 Výroba EPP vložek

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka		Poznámky
				[min]			za klidu stroje	za chodu stroje	
						$t_{C0}$ [min]	$t_{A11}$ [min]	$t_{A12}$ [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			480	480	480	
2	Koeficient směnových časů	k <sub>C</sub>	-			1,0000	1,0000	1,0000	
3	Čas práce obsluhy	t <sub>1</sub>	směna			480	480	480	t <sub>1</sub> = T / k <sub>C</sub>
4	Strojní čas výroby EPP vložky	T <sub>S</sub>	sec	81					
5a	<b>Vytíženost pracovníka v rámci cyklu (3 stroje)</b>	<b>t<sub>P1</sub></b>	<b>%</b>				<b>62,2</b>		<b><math>t_{P1} = (t_{A11} + t_{A12} / t_{C0}) \times 100</math></b>
5b	Čas podminečně nutných přestávek (cyklus)	t <sub>3</sub>	min / cyklus				0,5096		$t_3 = t_{C0} - (t_{A11} + t_{A12})$
5c	Čas podminečně nutných přestávek (směna)	t <sub>3</sub>	min / směna				181		$t_3 = t_1 \times (100 - t_{P1}) / 100$
6	NORMA MNOŽSTVÍ (EPP vložka) - 3 stroje	nm <sub>V</sub>	EPP vložka / směna			2130			nm <sub>V</sub> = (t <sub>1</sub> / t <sub>C0</sub> ) × 2 × 3
7	NORMA ČASU (EPP vložka)	nč <sub>V</sub>	min / EPP vložky			0,2254			nč <sub>V</sub> = (T / nm <sub>V</sub> ) × počet pracovníků
8	CYKLUS OPERACE	t <sub>C0</sub>	cyklus - ts výroby EPP vložek			1,3500			t <sub>C0</sub> = MAX (Ts + t <sub>A12</sub> ; t <sub>A11</sub> + t <sub>A12</sub> )
9	1. pracoviště - Výroba EPP vložek								
10	<b>Strojní čas - celkem</b>	<b>Ts</b>	<b>min</b>	<b>1,3500</b>					<b>Ts = Σ t<sub>s</sub></b>
11	výroba EPP vložek	t <sub>S</sub>	min	1,3500					t <sub>S</sub> = T <sub>S</sub> / 60
12	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (t<sub>A11</sub>; t<sub>B11</sub>)</b>	<b>Σ</b>	<b>min</b>				<b>0,0000</b>	<b>0,8404</b>	<b>Σ t<sub>A11</sub>; Σ t<sub>B11</sub></b>
13	očištění a skládání vložky ze stroje	t <sub>A12</sub>	vložka	0,1155	6,000			0,6927	
14	odložení vložky na vozík	t <sub>A12</sub>	vložka	0,0094	6,000			0,0565	
15	kontrola zařízení	t <sub>B12</sub>	dávka	0,8694	0,050			0,0435	cca po 20 ks
16	odvoz do sušárny - 4 vozíky na konci směny	t <sub>B12</sub>	dávka	4,0000	0,012			0,0476	na vozíku 336 ks

Na pracovišti PM-15 pracovník obsluhuje současně 3 stroje, které fungují v automatickém režimu. Formy jsou dvou-kavitní - to znamená, že každý zdvih stroje vyrobí 2 výrobky. Obsluha ukládá volně padané kusy do zásobníků, které na konci směny odveze k dalšímu zpracování.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 6).

### 2.4.3 PM-2 Nažehlování Airbag štítků

Tab. 8 Chronometráž na pracovišti PM-2 Nažehlování airbag štítků

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka	Poznámky
				[min]		t <sub>co</sub> [min]	t <sub>A11</sub> [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	
2	Koeficient směnových časů	k <sub>C</sub>	-			1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	t <sub>1</sub>	směna			421	421	t <sub>1</sub> = T / k <sub>C</sub>
4	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	nm <sub>C</sub>	clona / směna			<b>911</b>		nm <sub>V</sub> = (t <sub>1</sub> / t <sub>co</sub> )
5	NORMA ČASU	nč <sub>C</sub>	min / clona			0,4940		nč <sub>V</sub> = (T / nm <sub>V</sub> ) × počet pracovníků
6	CYKLUS OPERACE	t <sub>co</sub>	cyklus - clona			0,4620		t <sub>co</sub> = Σ t <sub>A11</sub> + Σ t <sub>B11</sub>
7	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (t<sub>A11</sub>; t<sub>B11</sub>)</b>	<b>Σ</b>	<b>min</b>				<b>0,4620</b>	<b>Σ = t<sub>A11</sub> + nmč</b>
8	nasazení kotouče se samolepkama	t <sub>B11</sub>	kotouč	2,4667	0,010		0,0247	kotouč na 100 ks
9	výměna přípravku L nebo P	t <sub>B11</sub>	přípravek	0,2333	0,010		0,0023	po 100 ks
10	nastavení stroje (kotouč se samolepkami)	t <sub>B11</sub>	stroj	0,9611	0,010		0,0096	kotouč na 100 ks
11	nastavení stroje (něco pod pracovním stolem)	t <sub>B11</sub>	stroj	0,1708	0,020		0,0034	po cca 50 ks
12	seřízení vycentrování nalepeného štítku	t <sub>B11</sub>	štítek	0,0782	0,200		0,0156	po cca 5 ks
13	přemístění fólie z regálu ke stroji	t <sub>B11</sub>	folie	0,1333	0,025		0,0033	v bedně 40 ks
14	vyjmutí ze stroje, vložení, kontrola, odložení (s vložení prokládacího papírku) airbag štítku	t <sub>A11</sub>	folie	0,3449	1,000		0,3449	
15	vložení fólie s nalepeným štítkem do krabice a odložení do regálu	t <sub>B11</sub>	folie	0,4889	0,020		0,0098	v bedně 50 ks
16	prorovnání s modelem	t <sub>B11</sub>	folie	0,4417	0,020		0,0088	po cca 50 ks
17	úklid odmotané pásky	t <sub>B11</sub>	dávka	0,4500	0,010		0,0045	kotouč na 100 ks
18	zápis počtu ks na papírek	t <sub>B11</sub>	dávka	0,1333	0,020		0,0027	po cca 50 ks
19	odnesení prázdné bedny od folií	t <sub>B11</sub>	bedna	0,8500	0,020		0,0170	v bedně 50 ks
20	počítání ks	t <sub>B11</sub>	dávka	0,5367	0,020		0,0107	po cca 50 ks
21	nespecifikovaná manipulační činnost	nmč	%	1,0000			0,0046	

Na pracovišti PM-2 pracovník obsluhuje jednoúčelový stroj, do kterého vkládá polotovary a kontroluje zpracované fólie.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 4).

## 2.4.4 PM-3 Svařování rámu a kompletace

Tab. 9 Chronometráž na pracovišti PM-3 Svařování a kompletace rámečku

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka		Poznámky
				[min]			za klidu stroje	za chodu stroje	
						$t_{C0}$ [min]	$t_{A11}$ [min]	$t_{A12}$ [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	450	
2	Koeficient směnových časů	$k_C$	-			1,0689	1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	$t_1$	směna			421	421	421	$t_1 = T / k_C$
4	Strojní čas svaření rámečku	$t_S$	sec	16					
5a	<b>Vyřízení pracovníka v rámci cyklu (2 pozice)</b>	$t_{P1}$	%				100,0		$t_{P1} = (t_{A11} + t_{A12} / t_{C0}) \times 100$
5b	Čas podminečně nutných přestávek (cyklus)	$t_3$		min / cyklus			0,0000		$t_3 = t_{C0} - (t_{A11} + t_{A12})$
5c	Čas podminečně nutných přestávek (směna)	$t_3$		min / směna			0		$t_3 = t_1 \times (100 - t_{P1}) / 100$
6	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	$nm_C$		clona / směna		1548			$nm_V = (t_1 / t_{C0}) \times 2$
7	NORMA ČASU	$n\check{C}_C$		min / clona		0,5814			$n\check{C}_V = (T / nm_V) \times \text{počet pracovníků}$
8	CYKLUS OPERACE	$t_{C0}$		cyklus - clona		0,5433			$t_{C0} = \text{MAX} (T_S + t_{A12}; t_{A11} + t_{A12})$
9	1. pracoviště - Svařování a kompletace rámečku								
10	<b>Strojní čas - celkem</b>	$t_S$	min	0,2667					$T_S = \sum t_S$
11	zajetí elektrody s rámečkem	$t_S$	min	0,0500					
12	svařování rámečku	$t_S$		0,1667					
13	vyjetí elektrody s rámečkem	$t_S$		0,0500					
14	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (<math>t_{A11}</math>; <math>t_{B11}</math>)</b>	$\Sigma$	min				0,2670	0,2763	$\Sigma t_{A11}; \Sigma t_{B11}$
15	vyjmutí clony, vložení rámečku a fólie (po zapnutí stroje)	$t_{A11}$	clona	0,1833	1,000		0,1833		
16	mazání krytky	$t_{B12}$	10 krytek	0,1778	0,100			0,0178	maže po 10 ks
17	vložení pružiny do krytky, vložení do rámečku a vložení zrcátka s kontrolou a odložením	$t_{A11}, t_{A12}$	clona	0,3241	1,000		0,0810	0,2431	25 % za klidu a 75 % za chodu
18	přemístění fólie z regálu do police	$t_{B12}$	dávka	0,1750	0,020			0,0035	cca 50 ks
19	přeskládání fólie s nalepeným štítkem na druhou hromádku	$t_{B12}$	dávka	0,1833	0,050			0,0092	cca po 20 ks
20	nespecifikovaná manipulační činnost	$nm\check{C}$	%	1,0000			0,0026	0,0027	

Na pracovišti PM-3 obsluhují stroj 2 pracovníci, kteří střídavě díly vkládají a vyjímají. Poté následuje kompletace svařeného rámečku se zbylými komponenty. Zkompletované polotovary jsou odkládány na dopravníkový pás a dopravovány na následující pracovní operaci.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 6).

## 2.4.5 PM-4 Vkládání výztuhy s kontakty

Tab. 10 Chronometráž na pracovišti PM-4 Vkládání výztuhy s kontakty

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka	Poznámky
				[min]		$t_{Co}$ [min]	$t_{A11}$ [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	
2	Koeficient směnových časů	$k_C$	-			1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	$t_1$	směna			421	421	$t_1 = T / k_C$
4	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	$nm_C$	clona / směna			<b>1138</b>		$nm_V = (t_1 / t_{Co})$
5	NORMA ČASU	$nč_C$	min / clona			0,3954		$nč_V = (T / nm_V) \times \text{počet pracovníků}$
6	CYKLUS OPERACE	$t_{Co}$	cyklus - clona			0,3697		$t_{Co} = \sum t_{A11} + \sum t_{B11}$
7	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (<math>t_{A11}</math>; <math>t_{B11}</math>)</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>min</b>				<b>0,3697</b>	<b><math>\Sigma t_{A11}</math>; <math>\Sigma t_{B11}</math></b>
8	přinesení výztuh z bedny ke stroji	$t_{B11}$	vějříř	0,1056	0,050		0,0053	20 ks
9	rozbalení balíku s výztuhami	$t_{B11}$	vějříř	0,1944	0,050		0,0097	20 ks
10	vkładání výztuh do zásobníku	$t_{B11}$	vějříř	0,0450	1,000		0,0450	20 ks
11	přechod na druhé pracoviště	$t_{B11}$	přesun	0,1000	0,040		0,0040	cca po 50 ks
12	vkładání výztuhy a odložení na stůl	$t_{A11}$	výztuha	0,1174			0,1174	
13	lepení výztuhy	$t_{A11}$	výztuha	0,0583			0,0292	
14	odnesení clon na pásový dopravník	$t_{B11}$	dávka	0,2208	0,100		0,0221	10 ks
15	vložení rámečku do EPP vložky	$t_{B11}$	přesun	0,1333	1,000		0,1333	
16	nespecifikovaná manipulační činnost	$nmč$	%	1,0000			0,0037	

Na pracovišti PM-4 dva pracovníci vkládají zkompletovanou výztuhu do EPP vložky. Součástí operace je lepení výztuhy ke zkompletovanému rámečku z pracovního místa 3. Pracoviště je rozděleno na Levé a Pravé.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 4).

## 2.4.6 PM-5 Vkládání kontaktů do výztuhy

Tab. 11 Chronometráž na pracovišti PM-5 Vkládání kontaktů do výztuhy

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka		Poznámky
				[min]			za klidu stroje	za chodu stroje	
						$t_{C0}$ [min]	$t_{A11}$ [min]	$t_{A12}$ [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	450	
2	Koeficient směnových časů	$k_C$	-			1,0689	1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	$t_1$	směna			421	421	421	$t_1 = T / k_C$
4	Strojní čas vkládání kontaktů	$t_S$	sec	15					
5a	<b>Vytíženost pracovníka v rámci cyklu</b>	$t_{P1}$	%				<b>93,2</b>		<b><math>t_{P1} = (t_{A11} + t_{A12} / t_{C0}) \times 100</math></b>
5b	Čas podminečně nutných přestávek (cyklus)	$t_3$	min / cyklus				0,0164		$t_3 = t_{C0} - (t_{A11} + t_{A12})$
5c	Čas podminečně nutných přestávek (směna)	$t_3$	min / směna				29		$t_3 = t_1 \times (100 - t_{P1}) / 100$
6	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	$nm_C$	clona / směna			<b>1740</b>			$nm_V = (t_1 / t_{C0})$
7	NORMA ČASU	$n_{\check{C}C}$	min / clona			0,2586			$n_{\check{C}V} = (T / nm_V) \times \text{počet pracovníků}$
8	CYKLUS OPERACE	$t_{C0}$	cyklus - clona			0,2419			$t_{C0} = \text{MAX} (T_S + t_{A12}; t_{A11} + t_{A12})$
9	<b>Strojní čas - celkem</b>	$t_S$	<b>min</b>	<b>0,2417</b>					<b><math>T_S = \Sigma t_S</math></b>
10	lisování kontaktů	$t_S$	min	0,2417					
11	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (<math>t_{A11}</math>; <math>t_{B11}</math>)</b>	$\Sigma$	<b>min</b>				<b>0,0002</b>	<b>0,2253</b>	<b><math>\Sigma t_{A11}</math>; <math>\Sigma t_{B11}</math></b>
12	vysypání krytek kontaktů na stůl	$t_{B12}$	dávka	0,2250	0,010		0,0002	0,0020	cca 100 ks; 10% za klidu a 90 % za chodu
13	vložení krytky kontaktu, spodní a horní kontakt	$t_{A12}$	clona	0,2210	1,000			0,2210	
14	nespecifikovaná manipulační činnost	$nm_{\check{C}}$	%	1,0000			0,0000	0,0022	

Na pracovišti PM-5 pracovník obsluhuje poloautomatické zařízení. Do pracovních lůžek vkládá kontakty a krytky kontaktů, následně stisknutím tlačítka aktivuje zařízení, které kontakty dolisuje a do výztuhy vstříkne mazivo. Díly jsou automaticky roztříděny na Pravý a Levý.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 4).

## 2.4.7 PM-6 Svařování obvodu clony

Tab. 12 Chronometráž na pracovišti PM-6 Svařování obvodu sluneční clony

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost 1. pracovníka		Činnost 2. pracovníka		Poznámky
				[min]		za klidu stroje	za chodu stroje	za klidu stroje	za chodu stroje		
						t <sub>c0</sub> [min]	t <sub>A11</sub> [min]	t <sub>A12</sub> [min]	ta11 [min]	ta12 [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	450	450	450	
2	Koeficient směnových časů	k <sub>C</sub>	-			1,0689	1,0689	1,0689	1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	t <sub>1</sub>	směna			421	421	421	421	421	t <sub>1</sub> = T / k <sub>C</sub>
4	Strojní čas svařování clony	t <sub>S</sub>	sec	13							
5a	Vytiženost pracovníka v rámci cyklu (2 pozice)	t <sub>P1</sub>	%				89,2		60,0		t <sub>P1</sub> = (t <sub>A11</sub> + t <sub>A12</sub> / t <sub>C0</sub> ) × 100
5b	Čas podmínečně nutných přestávek (cyklus)	t <sub>3</sub>	min / cyklus				0,0271		0,1000		t <sub>3</sub> = t <sub>C0</sub> - (t <sub>A11</sub> + t <sub>A12</sub> )
5c	Čas podmínečně nutných přestávek (směna)	t <sub>3</sub>	min / směna				46		168		t <sub>3</sub> = t <sub>1</sub> × (100 - t <sub>P1</sub> ) / 100)
6	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	nm <sub>C</sub>	clona / směna			1684					nm <sub>V</sub> = (t <sub>1</sub> / t <sub>C0</sub> )
7	NORMA ČASU	nč <sub>C</sub>	min / clona			0,5344					nč <sub>V</sub> = (T / nm <sub>V</sub> ) × počet pracovníků
8	CYKLUS OPERACE	t <sub>C0</sub>	cyklus - clona			0,2500					t <sub>C0</sub> = MAX (Ts + t <sub>A12</sub> ; t <sub>A11</sub> + t <sub>A12</sub> )
9	Strojní čas - celkem	t <sub>S</sub>	min	0,2167							Ts = Σ t <sub>S</sub>
10	svařování	t <sub>S</sub>	min	0,0500							
11	točení karuselu	t <sub>S</sub>	min	0,1667							
12	Jednotkové a dávkové časy - celkem (t <sub>A11</sub> ; t <sub>B11</sub> )	Σ	min				0,0333	0,1896	0,0000	0,1500	Σ t <sub>A11</sub> ; Σ t <sub>B11</sub>
13	1. pracoviště - Vkládání pásku a fólie										
14	odebrání ze stolu a čekání	t <sub>A12</sub>	clona	0,0533	1,000			0,0533			
15	vkládání clony	t <sub>A11</sub> , t <sub>A12</sub>	clona	0,1667	1,000		0,0333	0,1333			20 % za klidu a 80 % za chodu
16	přinesení folie	t <sub>A12</sub>	folie	0,1750	0,010			0,0018			cca 100 ks
17	přinesení pásku folie	t <sub>A12</sub>	folie	0,1750	0,007			0,0012			cca 150 ks
18	2. pracoviště - Vyjmutí clony a odtržení fólie										
19	vyjmutí clony	t <sub>A11</sub>	clona	0,0333	1,000					0,0333	
20	odstranění přebytků, odložení	t <sub>B12</sub>	clona	0,1167	1,000					0,1167	

Na pracovišti PM-6 dva pracovníci obsluhují svařovací stroj. První pracovník vkládá komponenty, druhý vytahuje svařenou clonu.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 6).

## 2.4.8 PM-7 Dokončující práce

Tab. 13 Chronometráž na pracovišti PM-7 Dokončující práce na svařené cloně

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka	Poznámky
				[min]		t <sub>C0</sub> [min]	t <sub>A11</sub> [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	
2	Koeficient směnových časů	k <sub>C</sub>	-			1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	t <sub>1</sub>	směna			421	421	t <sub>1</sub> = T / k <sub>C</sub>
4	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	nm <sub>C</sub>	clona / směna			<b>800</b>		nm <sub>V</sub> = (t <sub>1</sub> / t <sub>C0</sub> )
5	NORMA ČASU	nč <sub>C</sub>	min / clona			0,5625		nč <sub>V</sub> = (T / nm <sub>V</sub> ) × počet pracovníků
6	CYKLUS OPERACE	t <sub>C0</sub>	cyklus - clona			0,5260		t <sub>C0</sub> = Σ t <sub>A11</sub> + Σ t <sub>B11</sub>
7	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (t<sub>A11</sub>; t<sub>B11</sub>)</b>	<b>Σ</b>	<b>min</b>				<b>0,5260</b>	<b>Σ = t<sub>A11</sub> + nmč</b>
8	očištění včetně odložení	t <sub>B11</sub>	clona	0,5208	1,000		0,5208	
9	nespecifikovaná manipulační činnost	nmč	%	1,0000			0,0052	

Na pracovišti PM-7 dva pracovníci vizuálně kontrolují kvalitu sváru a začišťují případné nečistoty. Opracované a zkontrolované kusy odkládají na stůl, kde si je přebírá obsluha následujícího pracovního kroku.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 4).

## 2.4.9 PM-8 + PM-9 Montáž čepů a kontrola funkčních parametrů

Tab. 14 Chronometráž na pracovišti PM-8 a PM-9 Obstříh, Montáž čepů a kontrola funkce

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka		Poznámky
				[min]			za klidu stroje	za chodu stroje	
						$t_{C0}$ [min]	$t_{A11}$ [min]	$t_{A12}$ [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	450	
2	Koeficient směnových časů	$k_C$	-			1,0689	1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	$t_1$	směna			421	421	421	$t_1 = T / k_C$
4	Strojní čas svaření rámečku	$t_S$	sec	14					
5a	<b>Vytíženost pracovníka v rámci cyklu</b>	$t_{P1}$	%				<b>82,5</b>		<b><math>t_{P1} = (t_{A11} + t_{A12} / t_{C0}) \times 100</math></b>
5b	Čas podminečně nutných přestávek (cyklus)	$t_3$	min / cyklus				0,0940		$t_3 = t_{C0} - (t_{A11} + t_{A12})$
5c	Čas podminečně nutných přestávek (směna)	$t_3$	min / směna				74		$t_3 = t_1 \times (100 - t_{P1}) / 100$
6	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	$nm_C$	clona / směna			<b>1570</b>			$nm_V = (t_1 / t_{C0}) \times 2$
7	NORMA ČASU	$n\check{C}_C$	min / clona			0,2866			$n\check{C}_V = (T / nm_V) \times \text{počet pracovníků}$
8	CYKLUS OPERACE	$t_{C0}$	cyklus - 2 clony			0,5362			$t_{C0} = \text{MAX} (T_S + t_{A12}; t_{A11} + t_{A12})$
10	<b>Strojní čas - celkem (2 clony)</b>	$t_S$	<b>min</b>	<b>0,4667</b>					<b><math>T_S = \Sigma t_S</math></b>
11	montáž a kontrola	$t_S$	min	0,4667					
14	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (<math>t_{A1}</math>; <math>t_{B1}</math>)</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>min</b>				<b>0,0695</b>	<b>0,3727</b>	<b><math>\Sigma t_{A11}; \Sigma t_{B11}</math></b>
15	vyjmutí a vložení přípravku s čepem do stroje	$t_{A11}$	clona	0,0163	2,000		0,0326		
16	vložení clon do stroje P a L	$t_{A11}$	clona	0,0181	2,000		0,0362		
17	vložení čepů do přípravku P a L	$t_{A12}$	čep	0,1055	2,000			0,2109	
18	odložení clon	$t_{B12}$	clona	0,0795	0,200			0,0159	cca 5 ks
19	obstříh okýnka	$t_{A12}$	clona	0,0662	1,000			0,0662	
20	vystřížení otvoru pro čep	$t_{A12}$	clona	0,0760	1,000			0,0760	
21	nespecifikovaná manipulační činnost	$nm\check{C}$	%	1,0000			0,0007	0,0037	

Obsluha spojeného pracoviště PM-8 a PM-9 na ručním přípravku provede odstřížení PVC fólie z oblasti pro vnitřní ložisko umístěné ve stropě automobilu a následně vloží clonu do matrice v robotu.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 6).



## 2.4.10 PM-10.1 Vizuální kontrola

Tab. 15 Chronometráž na pracovišti PM-10.1 Vizuální kontrola

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka	Poznámky
				[min]		t <sub>Co</sub> [min]	t <sub>A11</sub> [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	
2	Koeficient směnových časů	k <sub>C</sub>	-			1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	t <sub>1</sub>	směna			421	421	t <sub>1</sub> = T / k <sub>C</sub>
4	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	nm <sub>C</sub>	clona / směna			<b>793</b>		nm <sub>V</sub> = (t <sub>1</sub> / t <sub>Co</sub> )
5	NORMA ČASU	nč <sub>C</sub>	min / clona			0,5675		nč <sub>V</sub> = (T / nm <sub>V</sub> ) × počet pracovníků
6	CYKLUS OPERACE	t <sub>Co</sub>	cyklus - clona			0,5303		t <sub>Co</sub> = Σ t <sub>A11</sub> + Σ t <sub>B11</sub>
7	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (t<sub>A11</sub>; t<sub>B11</sub>)</b>	<b>Σ</b>	<b>min</b>				<b>0,5303</b>	<b>Σ t<sub>A11</sub></b>
8	přinesení clon ke kontrole	t <sub>B11</sub>	clona	0,2295	0,100		0,0229	cca 10 ks
9	vizuální kontrola přinesených clon	t <sub>B11</sub>	clona	0,2083	0,100		0,0208	cca 10 ks
10	vložení clony do přípravku	t <sub>A11</sub>	clona	0,1256	1,000		0,1256	
11	kontrola funkčních parametrů a osvětlení	t <sub>A11</sub>		0,2900	1,000		0,2900	
12	vyjmutí clony z přípravku, odložení	t <sub>A11</sub>	clona	0,0657	1,000		0,0657	
16	nespecifikovaná manipulační činnost	nmč	%	1,0000			0,0053	

Finálně zkompletované a zkontrolované clony jsou pomocí dopravníkového pásu transportovány k obsluze PM-10, která provede vizuální kontrolu a zkoušku komfortnosti pohyblivých součástí.

Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 6).

## 2.4.11 PM-10.2 Balení

Tab. 16 Chronometráž na pracovišti PM-10.2 Balení

Poř.	Druh operace (úkon)	Symbol	Jednotka	Normativ	Četnost v čase práce	Cyklus operace celkem	Činnost pracovníka	Poznámky
				[min]		$t_{C0}$ [min]	$t_{A11}$ [min]	
1	Celkový čas směny	T	směna			450	450	
2	Koeficient směnových časů	$k_C$	-			1,0689	1,0689	
3	Čas práce obsluhy	$t_1$	směna			421	421	$t_1 = T / k_C$
4	NORMA MNOŽSTVÍ vypočítaná	$nm_C$	clona / směna			<b>805</b>		$nm_V = (t_1 / t_{C0})$
5	NORMA ČASU	$n\check{C}_C$	min / clona			0,5590		$n\check{C}_V = (T / nm_V) \times \text{počet pracovníků}$
6	CYKLUS OPERACE	$t_{C0}$	cyklus - clona			0,5224		$t_{C0} = \Sigma t_{A11} + \Sigma t_{B11}$
7	<b>Jednotkové a dávkové časy - celkem (<math>t_{A11}</math>; <math>t_{B11}</math>)</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>min</b>				<b>0,5224</b>	<b><math>\Sigma t_{A11}</math>; <math>\Sigma t_{B11}</math></b>
8	přivezení beden pro ukládání clon	$t_{B11}$	bedna	0,4875	0,0227		0,0111	nosí po 2 ks beden; v bedně 22 ks clon
9	položení prázdné bedny na vozík	$t_{B11}$	bedna	0,1352	0,0455		0,0061	v bedně 22 ks clon
10	příprava bedny pro ukládání clon	$t_{B11}$	bedna	0,4667	0,0455		0,0212	v bedně 22 ks clon
11	příprava štítků	$t_{B11}$	štítek	0,3000	0,2000		0,0600	připravuje po cca 5 ks
12	nalepení štítků na bednu	$t_{B11}$	štítek	0,5611	0,0455		0,0255	v bedně 22 ks clon
13	připojení clony na polštářku	$t_{A11}$	clona	0,0623	1,0000		0,0623	
14	kontrola funkce krytky, odpojení clony a odložení	$t_{A11}$	clona	0,1306	1,0000		0,1306	
15	potisk čepu	$t_{A11}$	clona	0,0593	1,0000		0,0593	
16	dočištění clony	$t_{B11}$	clona	0,1868	0,2500		0,0467	cca každý 4 ks
17	vložení clon do bedny	$t_{A11}$	clona	0,0335	1,0000		0,0335	
18	vložení proložky mezi clony	$t_{B11}$	proložka	0,0575	0,7727		0,0444	17 proložek v bedně
19	zabalení bedny papírem	$t_{B11}$	bedna	0,2250	0,0455		0,0102	v bedně 22 ks clon
20	odložení plné bedny na paletu	$t_{B11}$	bedna	0,1352	0,0455		0,0061	v bedně 22 ks clon
21	nespecifikovaná manipulační činnost	$nm\check{C}$	%	1,0000			0,0052	

Zkontrolované a vyhovující výrobky jsou zabaleny do vratných obalů a odeslány na sklad hotových výrobků.

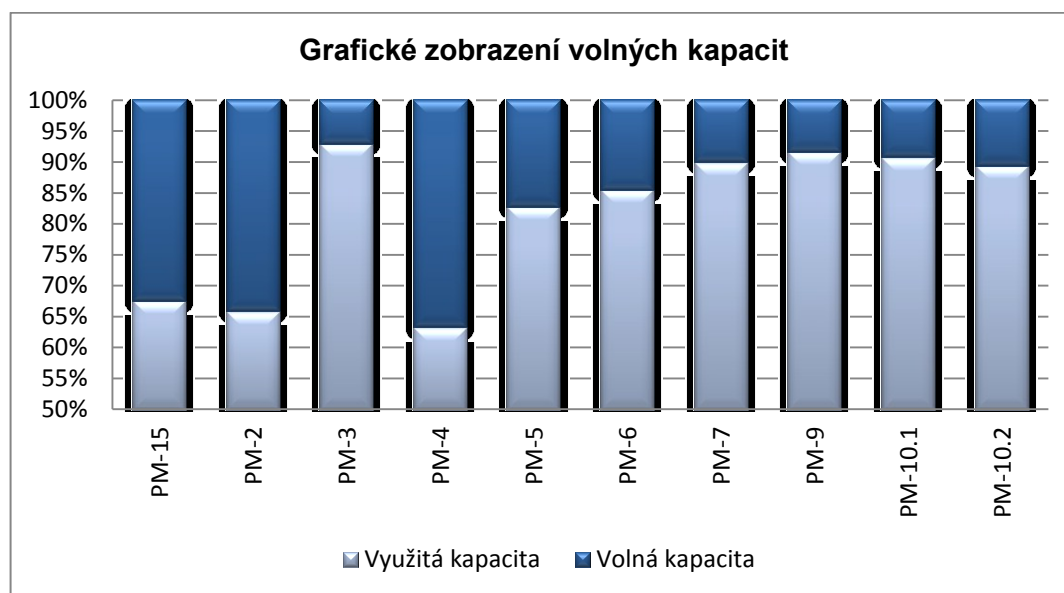
Poznámka: Pole podbarvená oranžově jsou naměřené časy. Změna hodnot má vliv na normu množství (řádek 4).

## 2.4.12 Rekapitulace vytiženosti linky

Z tabulek provedených chronometrů jsou vypsány hodnoty vypočítané normy množství. Tento údaj je porovnán s podnikovou normou a vypočítán procentuální rozdíl. Tento rozdíl lze označit za volnou kapacitu, tedy čas, kdy pracovník není vytižen.

Tab. 17 Vytiženost jednotlivých pracovišť

Číslo pracovního místa	Pracoviště - operace	Stávající podniková norma množství	Vypočítaná norma množství	Absolutní rozdíl	Volná kapacita
		[ks]	[ks]	[ks]	%
PM-15	Výroba EPP vložek	1440	2130	690	32,4%
PM-2	Nažehlení airbag štítků	600	911	311	34,1%
PM-3	Svařování rámu a kompletace	1440	1548	108	7,0%
PM-4	Vkládání výztuhy	720	1138	418	36,7%
PM-5	Vkládání kontaktů (robot)	1440	1740	300	17,2%
PM-6	Svařování obvodu	1440	1684	244	14,5%
PM-7	Dokončující operace	720	800	80	10,0%
PM-9	Kompletace clony	1440	1570	130	8,3%
PM-10.1	Vizuální kontrola	720	793	73	9,2%
PM-10.2	Balení	720	805	85	10,6%



Obr. 7 Grafické zobrazení volných kapacit



### **3 SPECIFIKACE POŽADAVKU NA VÝROBNÍ PROCES**

#### **3.1 Zhodnocení problémových míst**

Při prostudování grafu z bodu 2.4.12 lze vysledovat, že pracovní místa 2, 4 a 15 mají volnou kapacitu přes 30 %, zatímco zbývající kroky jsou stejnoměrně vytíženy v rozmezí 83 až 93 %. Mezi těmito kroky tedy není potřeba žádných zásadních změn. Výjimkou je pracovní místo číslo PM-6 Svařování obvodu, kde pracují 2 pracovníci a druhý pracovník má v průběhu své pracovní doby 168 minut volného času (tedy asi 40 %, viz b. 2.4.7).

Pracoviště PM2 se nachází mimo výrobní linku a tak jej můžeme řešit zcela separátně a v případě ověření si naměřených časů můžeme navýšit normy.

Pracoviště PM4 je v toku výroby situováno jako křižovatka, kde se dopravují rozpracované dílce z pracovišť PM3 a PM5 a další polotovary. Zde dojde k finálnímu složení celé sestavy sluneční clony a odeslání na následující strojní operaci svařování. Přetížit toto místo je velmi rizikové, protože pokud by došlo ke zdržení operace, zkrátila by se tím kapacita celé výrobní linky.

#### **3.2 Identifikace problému**

Na současné výrobní lince můžeme vytknout tyto zásadní nedostatky:

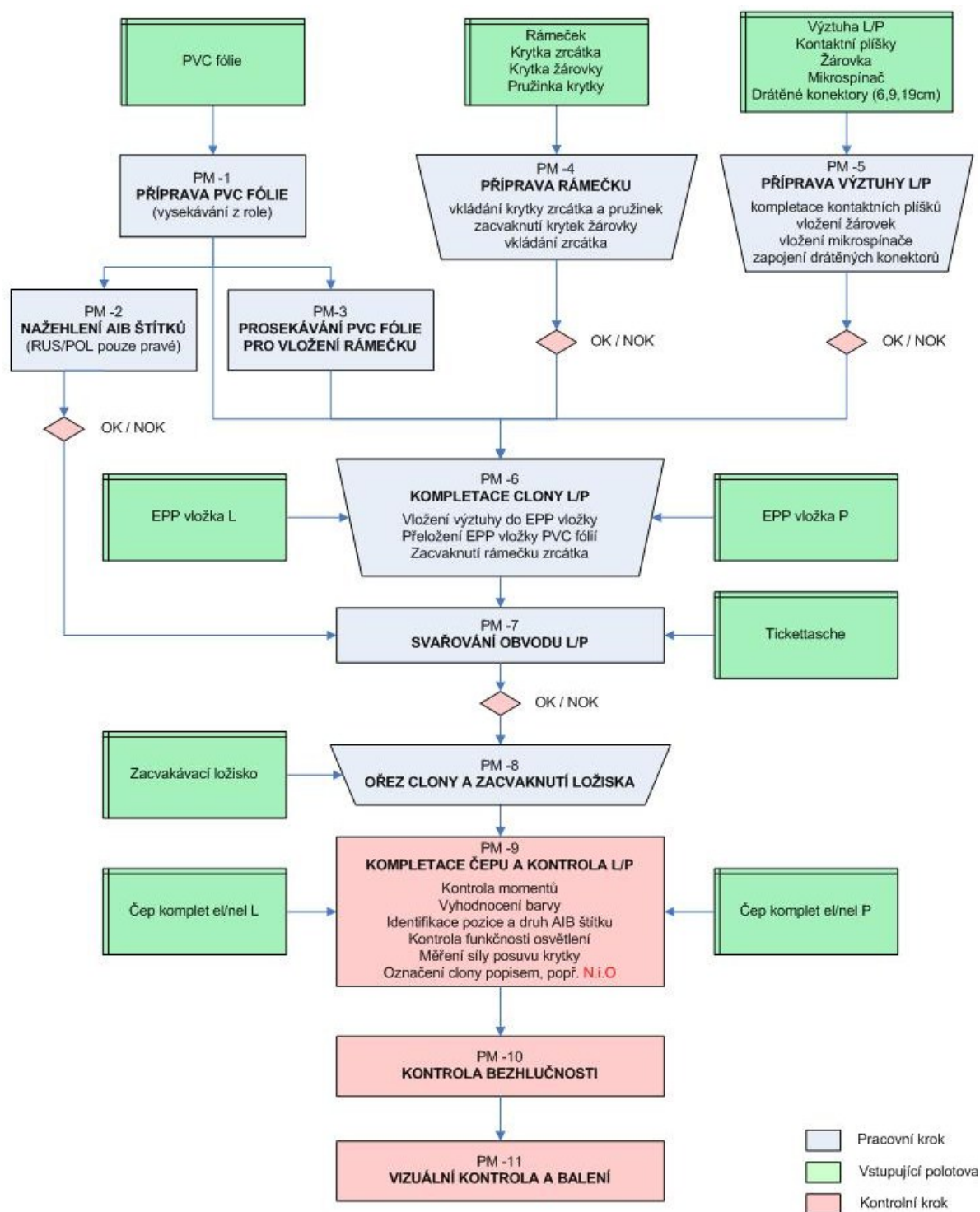
- předávání informací je zdlouhavé a neproduktivní
- pracovní proces je složen z výrazné části prací člověka a tím je zde velké riziko lidského pochybení
- není sledována zmetkovitost a takt linky v čase
- záznamy jsou archivovány zcela závisle na důslednosti pracovníků
- výstupní kontrola je závislá na lidském faktoru

Naším cílem je navrhnout novou linku tak, abychom všechny výše zmíněné body zohlednili. To vše s přihlédnutím na ekonomický faktor a návratnost investice, což je moment, kdy se investovaná částka vrátí. Ta bude spočítána na základě úspory pracovníků při nasazení automatizovaných kroků a záměrného navýšení prodejní ceny výrobku. Toto navýšení bylo při jednáních se zákazníkem schváleno ve výši 8,28 Kč / ks. Je to částka pokrývající náklady na výstavbu linky pro nový produkt. Pokud naše investice bude vyšší, přebývajících částka spadá na vrub firmy.



## 4 VLASTNÍ NÁVRHY RACIONALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU

Abychom si mohli lépe představit posloupnost jednotlivých operací a jejich vzájemnou závislost, bude vhodné vytvořit grafický tok materiálu, tzv. Flowchart v programu Microsoft Visio 2003.



Obr. 8 Flowchart procesu výroby clony BMW

## 4.1 Návrh č. 1 - Poloautomatická linka

V případě zachování vysokého podílu lidské práce v rámci snížení jednorázové investice lze navrhnout řešení, kde je spojena automatizovaná pracovní pozice 9, hrazená zákazníkem, s ostatními pracovišti neautomatizovanými. V tomto případě je nutné jednotlivá místa dovybavit jednoúčelovými přípravky pro kompletaci a kontrolu.

### 4.1.1 Seznam přípravků a zařízení

Pracovní místo 1 a 8 jsou shodné pro obě varianty a investice je nezbytná pro správný průběh pracovního kroku. Zbývající operace budou prováděny ručně. Jelikož se jedná o nesnadnou montáž dílců s přechodným uložením, je nutné k práci používat přípravky, jejichž cena je uvedena v tabulce.

Tab. 18 Rozpis přípravků pro poloautomatickou linku

PM	Typ přípravku	Cena
1	- prosekávачka PVC fólie	288 000,-
4	- lis na vkládání zrcátek - lis na vkládání pružin krytky zrcátka - ruční vkládání kovových pinů + krytek žárovky	396 000,- 216 000,- 72 000,-
5	- lis na vložení a proseknutí propojovacího plechu - lis na montáž spínacích plíšků + montáž kabeláže - kompletace clony	540 000,- 540 000,- 72 000,-
8	- dokončovací úpravy a obstřík ložiska	2 160 000,-
9	- END-OF-LINE tester, informační systém, databáze - lisování čepů + potisk přední příchytky - nalisování bočních pružin + mazání - úprava fólie + zalisování rámečků - montáž boční příchytky + krytky příchytky	6 930 000,- 577 000,- 324 000,- 630 000,- 90 000,-
24	- před-úprava bočních clon	2 395 000,-



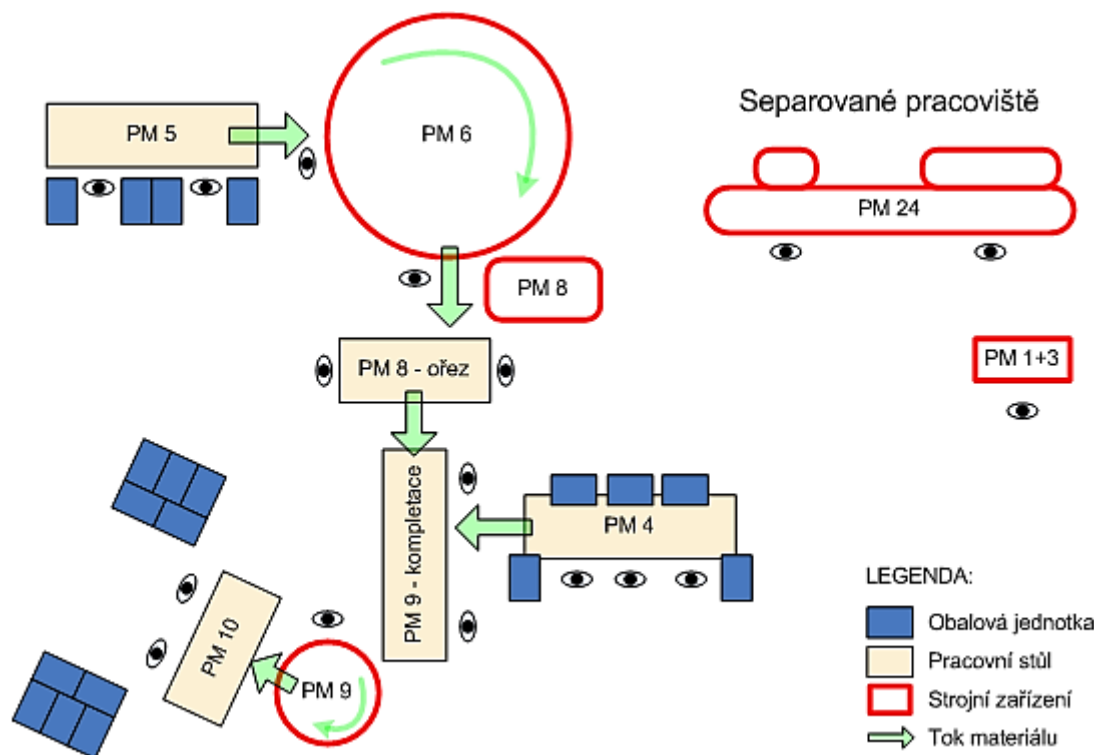
#### 4.1.2 Náklady na vybudování výrobní linky a obsazenost

K přípravkům musíme dopočítat i nezbytné vybavení linky jako jsou stoly, osvětlení, ventilace, SW vybavení, čtečky čárových kódů pro evidenci vyrobených dílů a zmetků.

Tab. 19 Náklady na poloautomatickou linku s obsazením obsluhy

Pracovní místo	Počet obsluhy	Cena (Kč)
PM1+3 - Příprava a prosekávání PVC fólie	1	288 000,-
PM4 - Kompletace zrcátek	3	684 000,-
PM5 - Kompletace výztuhy	2	1 152 000,-
PM6 - Svařování obvodu	1	0,-
PM8 - Dokončovací úpravy a obstřík ložiska	3	2 160 000,-
PM9 - End-of-line tester + ruční kompletace	3	8 551 000,-
PM10 - Vizuální kontrola a balení	2	450 000,-
PM24 - Před-úprava bočních clon	2	2 395 000,-
PM1 až PM24 - Stoly, osvětlení	-	850 000,-
Infosystém Gumotex (LCD, skenery čárových kódů, SW)	-	495 000,-
<b>CELKEM</b>	<b>17</b>	<b>17 025 000,-</b>

#### 4.1.3 Návrh rozmístění linky a materiálového toku



Obr. 9 Layout návrhu č. 1 - poloautomatická linka

## 4.2 Návrh č. 2 - Automatická linka

V návrhu automatizované linky bude lidská práce nahrazena stroji. Potom je možné zaměnit jednoduché přípravky za sofistikovaná zařízení a jejich funkce spojit do celků. Je tím ušetřeno mimo jiné i místo v prostoru. Toto je možné pro pracovní místa 4, 5, 9 a 24. Podíl ruční práce je zde totiž nejvyšší a naopak potenciál automatizace vysoký.

### 4.2.1 Seznam přípravků a zařízení

Zařízení byla dále doplněna o systémy průběžné kontroly kvality a systémem opatření proti záměně dílů nebo nedodržení pracovního postupu.

Tab. 20 Rozpis přípravků pro automatickou linku

PM	Typ přípravku	Cena
1	- prosekávačka PVC fólie	288 000,-
4	- plně automatizovaný systém s POKA-YOKE, montážní technologie, online přístup do výroby, systém vyhodnocování kvality, zásobníky doplňované každé 2 hodiny zásobovačem	8 100 000,-
5	- částečná automatizace s POKA-YOKE, systém vyhodnocování kvality, kontrola kompletnosti a funkčnosti	7 000 000,-
8	- dokončovací úpravy a obstřík ložiska	2 160 000,-
9	- plně automatizovaný, informační a databázový systém, kontrolní a montážní technologie, vizuální elektronický pracovní postup, online přístup do výroby, světelná a zvuková signalizace, systém vyhodnocování kvality, laserové značení dílů, vizualizace výsledků měření	12 960 000,-
24	- před-úprava bočních clon s robotickým podavačem	3 960 000,-

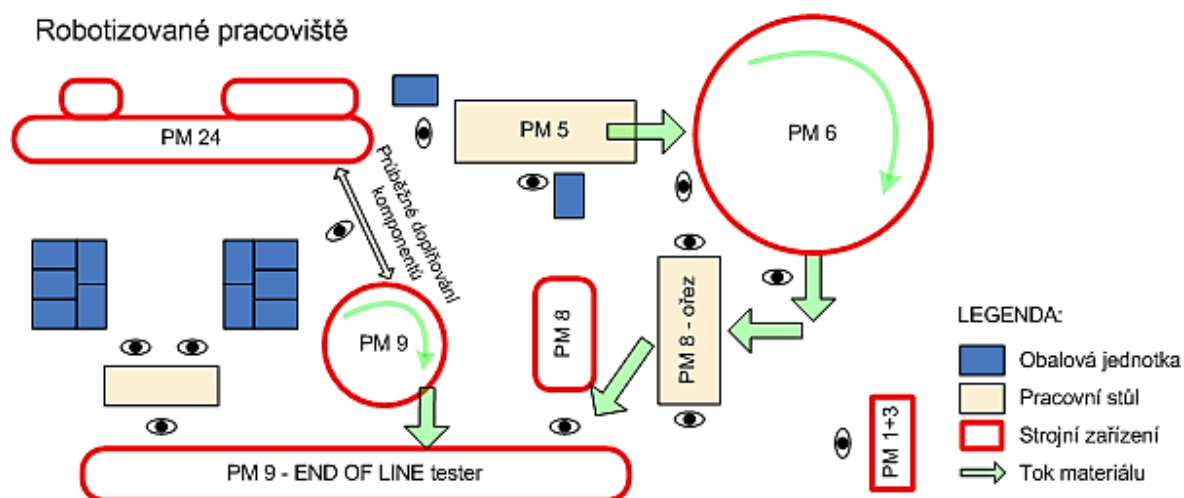
## 4.2.2 Náklady na vybudování výrobní linky a obsazenost

Neúplné hodnoty v následující tabulce ve sloupci „Počet obsluhy“ jsou zásobovači a jejich předpokládané vytížení plněním zásobníků automatizovaných strojů.

Tab. 21 Náklady na poloautomatickou linku s obsazením obsluhy

Pracovní místo	Počet obsluhy	Cena (Kč)
PM1+3 - Příprava a prosekávání PVC fólie	1	288 000,-
PM4 - Kompletace zrcátek	0,3	8 100 000,-
PM5 - Kompletace výztuhy	2	7 000 000,-
PM6 - Svařování obvodu	1	0,-
PM8 - Dokončovací úpravy a obstřík ložiska	3	2 160 000,-
PM9 - End-of-line tester	2	12 960 000,-
PM10 - Vizuální kontrola a balení	2	450 000,-
PM24 - Před-úprava bočních clon	0,2	3 960 000,-
PM1 až PM24 - Stoly, osvětlení	-	850 000,-
Infosystém Gumotex (LCD, skenery čárových kódů, SW)	-	495 000,-
<b>CELKEM</b>	<b>11,5</b>	<b>36 263 000,-</b>

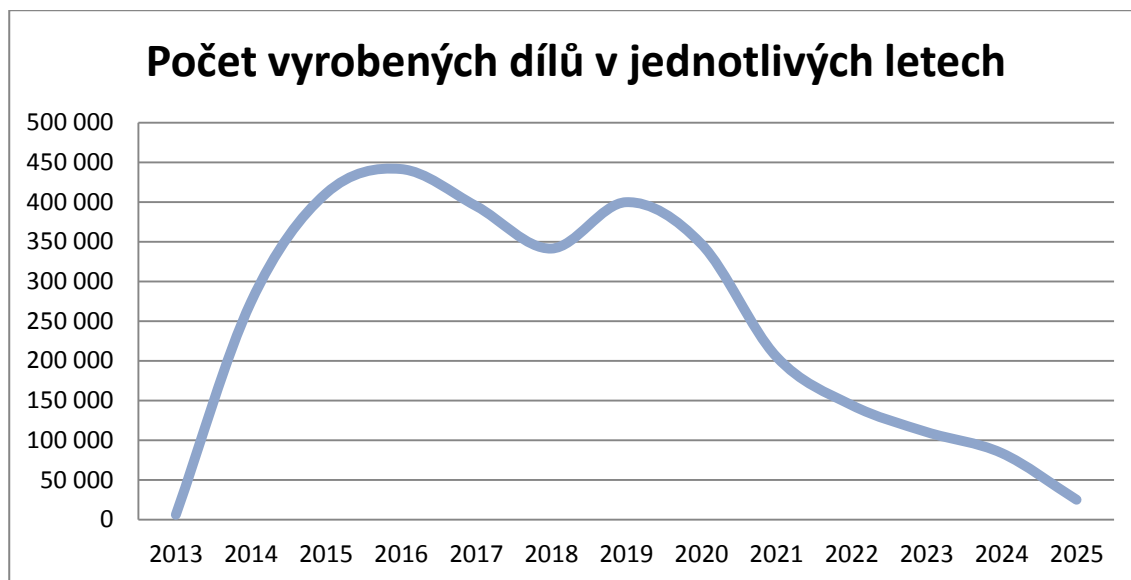
## 4.2.3 Návrh rozmístění linky a materiálového toku



Obr. 10 Layout návrhu č. 2 - automatická linka

### 4.3 Ekonomické zhodnocení návrhů

Životnost projektu stanovil zákazník na 12 let od začátku produkce, tedy od listopadu 2013. Množství výroby se v čase mění a tedy i vytížení linky, resp. úspory vyplývající z nasazení automatizace nejsou každoročně shodné.



Obr. 11 Graf výrobního plánu po životnost projektu

#### 4.3.1 Návratnost investice Návrhu č. 1

V prvním kroku je vypočítána návratnost investice (doba úhrady) z ceny dílu, která byla zvýšena o částku 8,28 Kč / ks pro pokrytí nákladů na linku.

Tab. 22 Návratnost investice z ceny dílu Návrhu č. 1

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
počet ks / rok	ks	6 264	273 864	410 752	441 499	394 930	341 389	399 800
vynásobeno 8,28	Kč	51 866	2 267 590	3 401 027	3 655 608	3 270 016	2 826 701	3 310 340
úspora kumulativně	Kč	51 866	2 319 456	5 720 482	9 376 090	12 646 106	15 472 807	18 783 147
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	
počet ks / rok	ks	347 294	205 337	144 454	110 508	84 058	25 197	
vynásobeno 8,28	Kč	2 875 590	1 700 186	1 196 075	915 002	696 000	208 631	
úspora kumulativně	Kč	21 658 737	23 358 923	24 554 998	25 470 000	26 166 001	26 374 632	

Z výše uvedeného vyplývá, že při minimální investici do výrobní linky v hodnotě 17 025 000,- Kč můžeme očekávat její navrácení v polovině roku 2019, tedy v druhém nejproduktivnějším roce. Návratnost je 6 let.

#### 4.3.2 Návratnost investice Návrhu č. 2

V případě, že budeme investovat do vysoké automatizace výrobní linky, k návratnosti můžeme připočítat úspory za pracovníky. Vzhledem k plánovanému třisměnnému provozu rozdíl pracovníků vynásobíme třemi, čímž získáme roční úsporu pracovní síly, tzn.

*Ušetřených pracovníků za směnu:*  $17 - 11,5 = \underline{5,5}$

*Ušetřených pracovníků za den:*  $5,5 \times 3 = \underline{16,5}$

Protože vytíženost linky je každý rok rozdílná a třisměnný provoz se bude podle potřeby snižovat a zvyšovat, přepočtem si určíme koeficient na každý rok vztažený k maximální možné kapacitě linky.

Využitelný časový fond výrobní linky:

$$421 \text{ min / směna} \times 3 \text{ směny} \times 235 \text{ pracovních dní} = 296\,805 \text{ minut} \\ \times 60 = \underline{\underline{17\,808\,300 \text{ sekund}}}$$

**Maximální kapacita linky:**

$$\text{kapa}_{\text{max}} = 17\,808\,300 \div 18 \text{ sek / cyklus} = \underline{\underline{989\,350 \text{ ks / rok}}}$$

Přepočet skutečného vytížení linky k maximální roční kapacitě

$$k_{\text{ú}} = \frac{\text{ú} \times n}{\text{kapa}_{\text{max}}}$$

kde:

- $k_{\text{ú}}$  ... je koeficient pro výpočet úspor,
- $\text{ú}$  ... je celková úspora při maximálním vytížení,
- $n$  ... je roční objem produkce (viz Tabulka 20),
- $\text{kapa}_{\text{max}}$  ... je maximální kapacita výrobní linky.

Pro výpočet celkové procesní úspory z nákladů na lidskou práci použijeme přibližnou hodnotu 300 000,- Kč / rok za každého uspořenému člověka, tedy

$$\dot{u} = 16,5 \text{ pracovníků} \times 300\,000 \text{ Kč} = \underline{\underline{4\,950\,000 \text{ Kč / rok.}}}$$

Po dosazení do vzorce (18) získáme pro každý rok adekvátní hodnotu úspory. Pro příklad si spočítáme úsporu pro rok 2015.

$$k_{\dot{u}(2015)} = \frac{4\,950\,000 \times 410\,752}{989\,350} = 2\,055\,109 \text{ Kč}.$$

Celkové úspory v jednotlivých letech jsou v následující tabulce.

Tab. 23 Návratnost investice z ceny dílu a úspory lidí Návrhu č.2

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
počet ks / rok	ks	6 264	273 864	410 752	441 499	394 930	341 389	399 800
vynásobeno 8,28	Kč	51 866	2 267 590	3 401 027	3 655 608	3 270 016	2 826 701	3 310 340
úspora v procesu	Kč	31 341	1 370 217	2 055 109	2 208 943	1 975 945	1 708 066	2 000 311
úspora kumulativně	Kč	83 206	3 721 013	9 177 149	15 041 700	20 287 661	24 822 428	30 133 079
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	
počet ks / rok	ks	347 294	205 337	144 454	110 508	84 058	25 197	
vynásobeno 8,28	Kč	2 875 590	1 700 186	1 196 075	915 002	696 000	208 631	
úspora v procesu	Kč	1 737 608	1 027 357	722 742	552 901	420 566	126 068	
úspora kumulativně	Kč	34 746 277	37 473 821	39 392 638	40 860 540	41 977 107	42 311 806	

Investice návrhu s vybavením automatizací ve výši **36 263 000,- Kč se vrátí v druhé polovině roku 2021**, což je o 2 roky později, než v případě Návrhu č. 1. Na rozdíl od něj ale získáme výrazně vyšší přínos v následujících letech, kdy úspory na pracovníka trvají. Jedná se ale o velmi dlouhý časový horizont 8 let, kdy bude firma zadlužená.

### 4.3.3 Rentabilita investice návrhů

S využitím vzorce (13) porovnáme rentabilitu investic:

$$\text{Rentabilita nákladů}_{\text{Návrh 1}} = \frac{26\,374\,632}{17\,025\,000} = 1,549$$

$$\text{Rentabilita nákladů}_{\text{Návrh 2}} = \frac{42\,311\,806}{36\,263\,000} = 1,167$$

Z výsledků výpočtu rentability vyplývá, že pro investiční rozhodování je výhodnější Návrh č. 1., tedy poloautomatizovaná linka. Uvedený výpočet ale nezahrnuje přínosy v procesu a průběžné kontrole kvality. Je tedy na subjektivním zvážení, jakou důležitost mají tyto nevyčíslitelné parametry.

Obecně nevýhodou výpočtu rentability je fakt, že metoda nebere v úvahu časovou hodnotu peněz, preferuje varianty s kratší životností projektu a nebere v úvahu výnosy dosažené po době úhrady investovaných prostředků. [7]

Z toho důvodu se bude kromě rentability přihlížet i na návratnost investice skrz krycí příspěvek. Tento přínos musí být také započítán do celkové kalkulace a porovnání provedeno opětovně.

## 4.4 Zisk z krycího příspěvku

V období využívání linky mohou nastat neočekávané situace, které návratnost investice můžou ještě prodloužit. Provedeme si proto výpočet zisku z krycího příspěvku na projekt, kterým pokryjeme tyto nenadálé situace.

### 4.4.1 Přímé náklady

Tab. 24 Přímé náklady na nakupované díly

	<i><b>Komponenta</b></i>	<i><b>Množství</b></i>	<i><b>Cena/MJ</b></i>	<i><b>Hodnota</b></i>
1	Výztuha s pružinou	1	33,541 Kč	33,541 Kč
2	Rámeček	1	9,477 Kč	9,477 Kč
3	Krytka žárovky	2	3,244 Kč	6,487 Kč
4	Krytka zrcátka	1	10,998 Kč	10,998 Kč
5	Zrcadlovina	1	3,528 Kč	3,528 Kč
6	Pružinka krytky zrcátka	2	1,408 Kč	2,815 Kč
7	Gumový bumpon	2	0,544 Kč	1,087 Kč
8	EPP vložky	1	27,871 Kč	27,871 Kč
9	PVC fólie	0,1811	95,040 Kč	17,212 Kč
10	Kontakt spínací horní	1	2,290 Kč	2,290 Kč
11	Kontakt spínací spodní	1	2,290 Kč	2,290 Kč
12	Čep se zástříkem	1	51,853 Kč	51,853 Kč
13	Žárovka v objímce	2	10,638 Kč	21,276 Kč
14	Propojovací kontakt	2	8,053 Kč	16,106 Kč
15	Spínač	1	4,500 Kč	4,500 Kč
16	Elektro-kabeláž	1	6,631 Kč	6,631 Kč
17	Balení	dodává zákazník	mzdový náklad	1,555 Kč
x	Povolená zmetkovitost			0,50%
<b>CELKEM</b>				<b>220,615 Kč</b>



#### 4.4.2 Přímé mzdové náklady - Návrh č. 1

Linku v návrhu číslo jedna obsluhuje 17 pracovníků a dále ji kontroluje vedoucí směny, která má na starost 2 linky současně. Linka vyprodukuje 192 ks / hodinu.

Tab. 25 Přímé mzdové náklady Návrhu č. 1

	počet pracovníků	hod. mzda	mzdové náklady	mzdové náklady / ks
Vedoucí	0,5	600 Kč	300 Kč	37 Kč
Obsluha	17	400 Kč	6 800 Kč	

Celkové přímé náklady na výrobek získáme součtem hodnot Tabulky 24 a Tabulky 25, tedy

Výrobní hodnota výrobku = Náklady na nak. díly + Mzdové náklady Návrhu 1,

Výrobní hodnota výrobku = 220,615 + 37,

**Výrobní hodnota výrobku = 257,615 Kč.**

Vynásobíme-li Cenu výrobku plánovanými dvaceti procenty krycího příspěvku, získáme doporučenou prodejní cenu:

Prodejní cena = Cena výrobku + 20 %,

Prodejní cena = 257,615 + 51,523,

**Prodejní cena = 309,138 Kč,**

což nám v roce 2014 s plánovanou produkcí 273 864 ks přinese krycí příspěvek ve výši

Krycí příspěvek = 273 864 × 51,523,

**Krycí příspěvek = 14 110 295 Kč.**

#### 4.4.3 Přímé mzdové náklady - Návrh č. 2

V případě Návrhu č. 2 je na lince přítomno 11 obsluhujících pracovníků a navíc 1 přípravař a 1 směnový mistr, kteří mají současně na starost 2 výrobní linky.

Tab. 26 Přímé mzdové náklady Návrhu č.2

	počet pracovníků	hod. mzda	mzdové náklady	mzdové náklady / hod
Vedoucí	0,5	600 Kč	300 Kč	25,52 Kč
Obsluha	11,5	400 Kč	4 600 Kč	

Celkové přímé náklady na výrobek v automatickém provedení získáme součtem hodnot Tabulky 24 a Tabulky 26, tedy

Výrobní hodnota výrobku = Náklady na nak. díly + Mzdové náklady Návrhu 2,

Výrobní hodnota výrobku = 220,615 + 25,52,

**Výrobní hodnota výrobku = 246,135 Kč.**

Při zachované prodejní ceně z minulého odstavce si dopočítáme finanční hodnotu krycího příspěvku, tedy

$$309,138 \text{ Kč} - 246,135 = 63,003 \text{ Kč}$$

a dopočítáme procentuální vyjádření, tedy

$$63,003 \times 120 \div 309,138 = 24,41 \%,$$

což nám v roce 2014 s plánovanou produkcí 273 864 ks a krycím příspěvkem 24,41% přinese příjem ve výši

Krycí příspěvek = 273 864 × 63,003,

**Krycí příspěvek = 17 254 254 Kč.**

Rozdíl příjmu mezi Návrhem č.1 a Návrhem č.2 v roce 2014 je 3 143 959 Kč.

#### 4.4.4 Ekonomické zhodnocení Návrhu č. 2 s krycím příspěvkem

Do tabulky 23 se doplní hodnota rozdílu krycího příspěvku na jednotlivé díly, která je vyčíslena odečtením krycího příspěvku na prodávaném díle jednotlivých navržených variant, tzn.

$$63,003 - 51,523 = 11,48 \text{ Kč},$$

což tvoří zisk 11,48 Kč na každém prodaném kuse. Tuto hodnotu vynásobíme počtem prodaných kusů a získáme následující tabulku:

Tab. 27 Návratnost investice z ceny dílu, úspory lidí Návrhu č.2 a krycího příspěvku

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
počet ks / rok	ks	6 264	273 864	410 752	441 499	394 930	341 389	399 800
vynásobeno 8,28	Kč	51 866	2 267 590	3 401 027	3 655 608	3 270 016	2 826 701	3 310 340
úspora v procesu	Kč	31 341	1 370 217	2 055 109	2 208 943	1 975 945	1 708 066	2 000 311
krycí příspěvek (11,48)	Kč	71 911	3 143 953	4 715 433	5 068 403	4 533 791	3 919 146	4 589 698
úspora kumulativně	Kč	155 117	6 936 877	17 108 446	28 041 399	37 821 151	46 275 064	56 175 413
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	
počet ks / rok	ks	347 294	205 337	144 454	110 508	84 058	25 197	
vynásobeno 8,28	Kč	2 875 590	1 700 186	1 196 075	915 002	696 000	208 631	
úspora v procesu	Kč	1 737 608	1 027 357	722 742	552 901	420 566	126 068	
krycí příspěvek (11,48)	Kč	3 986 929	2 357 263	1 658 326	1 268 626	964 986	289 262	
úspora kumulativně	Kč	64 775 541	69 860 347	73 437 490	76 174 019	78 255 571	78 879 532	

Při zohlednění zisku z krycího příspěvku byla vypočítaná návratnost investice ve výši 36 263 000,- Kč na rok 2016, což je 3 roky od vložení investice a spuštění výrobní linky. Přepočítáním rentability získáme novou hodnotu

$$\text{Rentabilita nákladů}_{\text{Návrh 2}} = \frac{78\,879\,532}{36\,263\,000} = 2,175.$$

Rentabilita v porovnání s Návrhem č.1 vychází lépe. Výsledná hodnota je reálná pouze za předpokladu, že nenastanou neočekávané investice do oprav a úprav zařízení a zmetkovitost nepřesáhne povolenou hodnotu.

## 4.5 Časová osa čerpání financí

Z důvodu vhodného plánování čerpání investic (tzv. Cashflow) jsme rozdělili sumy na kvartály jednotlivých let. Linka musí být dokončena nejpozději do 3.Q roku 2013, protože ve 4.Q začíná sériová produkce.

Tab. 28 Čerpání investic Návrh č. 1

2012		2013		
3Q	4Q	1Q	2Q	3Q
PM9	PM8	PM4	PM1+3	
		PM5	PM10	Infosystém
		PM24	PM1-24	
8 551 000	2 160 000	684 000	288 000	
		1 152 000	450 000	495 000
		2 395 000	850 000	
8 551 000	2 160 000	4 231 000	1 588 000	495 000
10 711 000 Kč		6 314 000 Kč		

Tab. 29 Čerpání investic Návrh č. 2

2012		2013		
3Q	4Q	1Q	2Q	3Q
PM9	PM8	PM4	PM1+3	
		PM5	PM10	Infosystém
		PM24	PM1-24	
12 960 000	2 160 000	8 100 000	288 000	
		7 000 000	450 000	495 000
		3 960 000	850 000	
12 960 000	2 160 000	19 060 000	1 588 000	495 000
15 120 000		21 143 000		

## **4.6 Rekapitulace výsledků**

Původní linka se potýkala s problémem v předávání informací výstupní kontroly jednotlivým pracovištím. Navrženou změnou rozmístění pracovišť jsme docílili toho, že pracovnice výstupní kontroly jsou blíže ke zbývajícím pracovnícím a jejich možnost komunikace je tak usnadněna. Všechny zařízení jsou navíc na očích a v případě výpadku okamžitě dostupné pro obsluhu.

V případě, že management zvolí variantu č.2., tedy vysoce automatizovanou linku, nahradíme lidskou práci počítačem řízenými stroji a roboty. V tom případě je velmi zredukována možnost lidského pochybení. Všechny procesy, které zařízení provádí, jsou monitorovány a zaznamenávány na pevný disk s pravidelnou zálohou dat. Stav vyrobených dílů a počet zmetků je navíc on-line zobrazen na informačním panelu před linkou, což byl další z vytýkaných nedostatků. Stejně tak je na monitoru u výstupní kontroly zobrazován průběh všech testů. Návratnost této investice je 3 roky od začátku sériové produkce.

Navíc, na základě výsledků Tabulky 3 vychází doporučení pro firmu se orientovat na analýzu příčin vady „Nečistota pod fólií“ a „Kaz na fólii“. Tyto dvě vady způsobily více než 50% z celkové zmetkovitosti.



## 5 ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU PRÁCE

Diplomová práce se zabývala rozбором současné výrobní produkce, vytížeností linky a efektivitou výroby. Po zhodnocení spotřeby lidské práce byly definovány změny pro následující, podobný, projekt. Byla vytipována většina problémových míst současného řízení výroby a opatření byla začleněna do návrhu nové výrobní linky.

Po zhodnocení procesního diagramu byly navrženy dva různé typy výrobních linek. První byl zaměřen na minimální počáteční vklad při splnění všech zákaznických požadavků - avšak na úkor vyšší obsazenosti lidí. V druhém případě byla orientace na maximální automatizaci výrobních procesů, čímž byla získána počítačová pomoc při řízení výroby, zvyšování kvality a zpětné dohledatelnosti. Ve výrazné míře byla snížena možnost lidského pochybení.

V závěrečné části se práce zaměřila na finanční stránku, kde byla vypočítána návratnost finanční investice s pomocí přídavku na prodávaný díl, na úspory získané snížením počtu pracovníků a také krycího příspěvku na projekt, který je zásadní pro ziskovost firmy.

Návratnost investice je z našeho pohledu adekvátní k výši investované částky a po té následuje každoroční zisk po dobu 5 let. V případě využití automatizace se přísun peněz z krycího příspěvku zvýší více než o 3 miliony ročně od prvního roku výroby.

Kterým směrem se firma bude ubírat, záleží na rozhodnutí vedení podniku, kterému byly závěry z této diplomové práce představeny.





## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NOVÁK, Josef a ŠLAMPOVÁ, Pavlína. VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. *Racionalizace výroby: učební text*. Ostrava, 2007. 75 s.
- [2] Krycí příspěvek. link: [Http://www.sefima.cz](http://www.sefima.cz) [online]. 2012 [cit. 2012-08-21]. Dostupné z: <http://www.sefima.cz/kryci-prispevek-slv10.php>
- [3] DLUHOŠOVÁ, Dana a kolektiv. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. doplněné vydání. Praha: EKOPRESS, 2010. 226 s. ISBN 978-80-86929-68-2
- [4] HOLEČKOVÁ J.; GRUNWALD, Rolf. *Finanční analýza a plánování podniku*. Praha: Ekopress, 2007. 318 s. ISBN 978-80-86929-26-2.
- [5] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. *Základy montáže: učební text*. Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2012. 123 s. ISBN 978-80-248-2773-5.
- [6] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. *Organizace a řízení výroby: učební text*. Ostrava, 2012. 223 s.
- [7] FOTR, Jiří. *Manažerské rozhodování*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Ekopress, 2000, 231 s. ISBN 80-861-1920-3.

## 7 Seznam obrázků

Obr. 1 Nový model BMW Mini .....	25
Obr. 2 Vnitřek sluneční clony s vyznačením funkčních sil.....	25
Obr. 3 Sluneční clona GOLF / PASSAT .....	26
Obr. 4 Sluneční clona MINI Cooper.....	26
Obr. 5 Přiřazení vad odhalených na PM 10 k místům jejich vzniku .....	28
Obr. 6 Schematické zobrazení nynější liniově uspořádané výrobní linky .....	29
Obr. 7 Grafické zobrazení volných kapacit .....	43
Obr. 8 Flowchart procesu výroby clony BMW .....	47
Obr. 9 Layout návrhu č. 1 - poloautomatická linka.....	49
Obr. 10 Layout návrhu č. 2 - automatická linka.....	51
Obr. 11 Graf výrobního plánu po životnost projektu.....	52



## 8 Seznam tabulek

Tab. 1 Čas práce na operaci prováděné strojem .....	16
Tab. 2 Čas práce na operaci prováděné obsluhou .....	16
Tab. 3 Rozdělení zmetků nalezených na kontrolním místě PM 10 .....	28
Tab. 4 Skutečný takt současné linky.....	29
Tab. 5 Pracovní postup současné výroby clony.....	30
Tab. 6 Stanovení koeficientu směnových časů .....	32
Tab. 7 Chronometráž na pracovišti PM-15 Výroba EPP vložek .....	33
Tab. 8 Chronometráž na pracovišti PM-2 Nažehlování airbag štítku .....	34
Tab. 9 Chronometráž na pracovišti PM-3 Svařování a kompletace rámečku .....	35
Tab. 10 Chronometráž na pracovišti PM-4 Vkládání výztuhy s kontakty .....	36
Tab. 11 Chronometráž na pracovišti PM-5 Vkládání kontaktů do výztuhy .....	37
Tab. 12 Chronometráž na pracovišti PM-6 Svařování obvodu sluneční clony.....	38
Tab. 13 Chronometráž na pracovišti PM-7 Dokončující práce na svařené cloně .....	39
Tab. 14 Chronometráž na pracovišti PM-8 a PM-9 Obstřih, Montáž a kontrola funkce ...	40
Tab. 15 Chronometráž na pracovišti PM-10.1 Vizuální kontrola .....	41
Tab. 16 Chronometráž na pracovišti PM-10.2 Balení .....	42
Tab. 17 Vytíženost jednotlivých pracovišť .....	43
Tab. 18 Rozpis přípravků pro poloautomatickou linku .....	48
Tab. 19 Náklady na poloautomatickou linku s obsazením obsluhy .....	49
Tab. 20 Rozpis přípravků pro automatickou linku .....	50
Tab. 21 Náklady na poloautomatickou linku s obsazením obsluhy .....	51
Tab. 22 Návratnost investice z ceny dílu Návrhu č.1 .....	52
Tab. 23 Návratnost investice z ceny dílu a úspory lidí Návrhu č.2 .....	54
Tab. 24 Přímé náklady na nakupované díly.....	56
Tab. 25 Přímé mzdové náklady Návrhu č.1 .....	57
Tab. 26 Přímé mzdové náklady Návrhu č.2 .....	58
Tab. 27 Návratnost investice z ceny dílu, úspory lidí Návrhu č.2 a krycího příspěvku.....	59
Tab. 28 Čerpání investic Návrh č. 1 .....	60
Tab. 29 Čerpání investic Návrh č. 2 .....	60

## **PODĚKOVÁNÍ**

*Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, za její cenné rady, nápady a především za pomoc při konečné úpravě textu. V neposlední řadě děkuji také vedení společnosti GUMOTEX, a.s. za možnost využívat firemní informační zdroje a časový prostor, který mi poskytla.*